B. VAN DER KLAAUW

RUIMTEVAART-PROJECT GEMINI

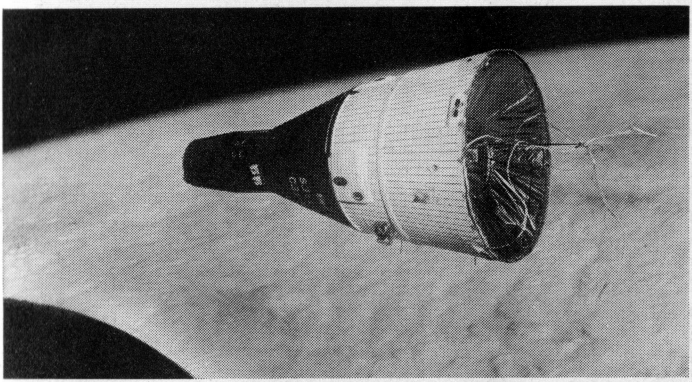
De tweede etappe
op de weg
naar de maan

143 ALKENREEKS *Beeld-Encyclopedie* ALKMAAR 143

B. VAN DER KLAAUW

RUIMTEVAART-PROJECT GEMINI

DE TWEEDE ETAPPE OP WEG NAAR DE MAAN
1964—1967



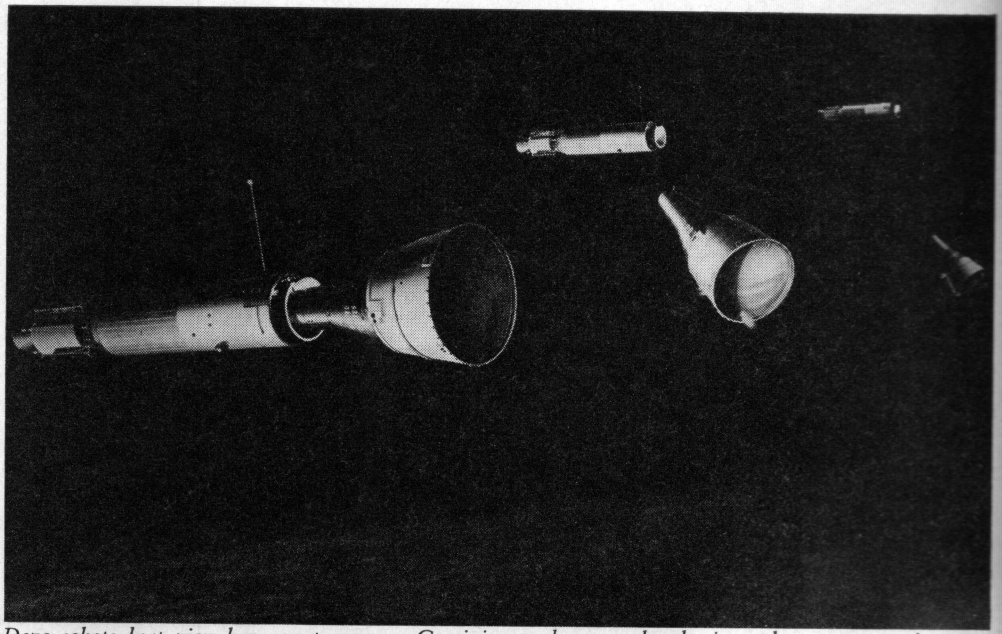
Langzaam zweeft de Gemini GT-7 voorbij de GT-6

Op het omslag:
Gemini GT-8 nadert de Agena-8 en zal weldra vast ermee verbonden zijn.

NR **143**

© Copyright Uitgeverij De Alk nv, Alkmaar, Holland

DE ALKENREEKS • *Beeld-Encyclopedie* • **ALKMAAR**



Deze schets laat zien hoe een tweemans Gemini-capsule — rechts beginnend — een entering met een onbemande Agena satelliet zal gaan uitvoeren; met de stompe punt aan de voorkant nadert de Gemini de Agena van achteren.

INLEIDING

Op 15 en 16 mei 1963 maakte de Amerikaanse astronaut Leroy Gordon Cooper de laatste ruimtevlucht in het kader van het Project Mercury. Met zijn capsule, genaamd „Faith 7", draaide hij 22 ronden om de aarde en na anderhalve dag in de ruimte te hebben doorgebracht kwam hij weer behouden op de aarde terug.
Het Project Mercury was hiermee ten einde en voorlopig viel er een diepe stilte rond het Amerikaanse bemande ruimtevaartprogramma. Maar achter de schermen zat men bepaald niet uit te rusten op de met de Mercury-vluchten behaalde lauweren; integendeel. Terwijl enerzijds technici en geleerden druk bezig waren met het analyseren van deze vluchten was men anderzijds al een heel eind gevorderd met wat de tweede etappe op de weg naar de maan zou moeten worden: het Project Gemini.
Dit Project Gemini, genoemd naar het sterrebeeld Gemini (tweelingen), beoogde om in een grotere capsule twee man tegelijk de ruimte in te sturen en, voortbouwend op de ervaringen van het Project Mercury, verdere onderzoekingen en experimenten te verrichten. Het Project Gemini zou bestaan uit twee proeflanceringen met onbemande capsules en een tiental vaarten met een bemanning aan boord. Deze vaarten zouden worden gemaakt in 1965 en 1966, waarna in 1967 de eerste vluchten zouden moeten volgen voor het volgende onderdeel van de lange tocht naar de maan, het Project Apollo; hiervoor zal een driemans-capsule worden gebruikt en het uiteindelijke resultaat zal moeten zijn dat twee van de drie astronauten vanuit de Apollo-capsule met een speciaal vaartuig naar de maan gaan en daarop een landing uitvoeren. Het tijdschema voor het Project Gemini was dan ook zeer scherp gesteld en ernstige tegenslagen zouden het hele programma belangrijk achterop kunnen brengen. Maar men had heel veel geleerd bij de lanceringen van de Mercury's en deze ervaring zou nu heel goed van pas komen.
Op 7 december 1961 werd het officiële startsein voor het Project Gemini gegeven. Er moesten allereerst drie dingen worden gedaan: er moest een gedetailleerd vluchtenschema worden uitgewerkt, er moesten nieuwe astronauten worden geselecteerd en opgeleid en er moest een serie nieuwe, grotere ruimtecapsules worden gebouwd terwijl als lanceerraket voor deze capsules de Titan-2 raket werd uitgekozen. Deze hele voorbereidingsfase zou ruim drie jaar in beslag gaan nemen.
In de eerste plaats het programma. Men wilde allereerst door een aantal vaarten van langere duur de reeds opgedane ruimte-ervaring — na het beëindigen van het Project Mercury in totaal 54 uur —

belangrijk vergroten. Dit zou dan tevens een aanzienlijke hoeveelheid studiemateriaal opleveren met betrekking tot de reactie van het menselijk organisme op een langdurig verblijf in de ruimte en een lange periode van gewichtloosheid. Als tweede programmapunt stond op het lijstje dat men zou proberen een ontmoeting in de ruimte tot stand te brengen met een ander ruimtevaartuig; de eerste malen zou dat een onbemande satelliet van het type Agena zijn, die voor of na de lancering van de Gemini-capsule van Kaap Kennedy zou vertrekken. Later wilde men dan proberen om een ontmoeting in de ruimte tussen twee Gemini's tot stand te brengen.
Het derde punt van het Gemini-programma zou bestaan uit een poging om een andere — onbemande — satelliet in de ruimte te enteren waarna de beide ruimtevaartuigen enige tijd gekoppeld hun weg zouden vervolgen. Deze entertechniek is voor de ruimtevaart zeer belangrijk, en met name voor het maanprogramma, want de astronauten die een landing op de maan zullen uitvoeren zullen later met hun speciale landingsvaartuig, de Lunar Excursion Module (LEM), dit hemellichaam weer verlaten en dan moeten enteren aan de in een baan om de maan achtergebleven Apollo-capsule die hen naar de aarde moet terugbrengen. Maar de entertechniek heeft ook verder een grote betekenis omdat hij ook voor verscheidene andere taken kan worden gebruikt zoals :
— het overbrengen van mensen en voorraden naar bemande waarnemingsstations die in een baan om de aarde cirkelen en het opbouwen van dergelijke stations uit losse, afzonderlijk gelanceerde onderdelen;
— het inspecteren van onbekende satellieten waarvan men wil nagaan met welk doel zij gelanceerd zijn;
— onderhouds- en reparatiewerkzaamheden aan diverse typen waarnemings- en communicatie-satellieten;
— reddingsacties voor het in veiligheid brengen van astronauten die in nood geraakt zijn.
Als vierde programmapunt kwam de decompressie van de ruimtecapsule tijdens de vlucht door het openen van de luiken boven de zitplaatsen, waarna een van de astronauten zich naar buiten zou begeven om enige tijd in de luchtledige ruimte te blijven om daar enige werkzaamheden uit te voeren. Ook deze z.g. ruimtewandelingen zouden van grote betekenis zijn omdat men daardoor zou kunnen vaststellen in hoeverre mensen zich in de ruimte zouden kunnen begeven en daar bepaalde taken zouden kunnen verrichten, b.v. het met elkaar verbinden van verschillende onderdelen die samen een ruimtevaartuig of -station zouden moeten vormen, of het uitvoeren van reparaties aan beschadigde ruimtevaartuigen. Bij deze

„uitstapjes" zou de astronaut met een z.g. levenslijn met de capsule verbonden blijven terwijl hij zich met de hulp van kleine stuwraketjes in de ruimte zou kunnen verplaatsen.
Buiten dit alles zouden de Gemini-astronauten nog tot taak hebben om allerlei foto- en filmopnamen te maken, het besturingssysteem te beproeven, wetenschappelijke waarnemingen te doen, radiocontact met de aarde te onderhouden en eventuele incidentele opdrachten uit te voeren. Al met al zouden de tien bemande Gemini-vluchten weer een buitengewoon belangrijke hoeveelheid ervaring en gegevens gaan opleveren die niet alleen van rechtstreekse waarde zouden zijn voor het maanprogramma, maar ook voor de ruimtevaartontwikkeling als geheel van grote betekenis zouden zijn.

NEGEN NIEUWE ASTRONAUTEN

Een van de eerste activiteiten in het kader van het Gemini-programma was de uitbreiding van het uit zeven man bestaande astronautencorps. Uiteraard werden de candidaten voor dit zeer uitzonderlijke beroep zorgvuldig getest en geselecteerd, want zo ergens dan geldt wel hier dat velen zijn geroepen maar weinigen uitverkoren. Maar tenslotte werden negen mannen gekozen om als tweede groep astronauten te worden opgeleid en te zijner tijd deel te gaan uitmaken van de bemanning van een van de Gemini's, waarbij steeds als uitgangspunt zou gelden dat één van de twee bemanningsleden al ervaring op een vorige vlucht moest hebben opgedaan. De negen mannen van de tweede groep astronauten zijn:

Neil A. Armstrong (in 1961 32 jaar), invlieger bij het NASA op Edwards Air Force Base, waar hij onder meer proefvluchten maakte met het raketvliegtuig X-15. Armstrong was de eerste burger-ruimtevaarder en hij had in 1961 ruim 2.500 vlieguren op zijn naam waarvan 2.000 met straalvliegtuigen.

Frank Borman (34), majoor-vlieger bij de Amerikaanse luchtmacht, als instructeur verbonden aan de Aerospace Research Pilots School op Edwards Air Force Base. Hij volgde onder meer een opleiding aan de Amerikaanse Militaire Academie en had in 1961 3.600 vlieguren waarvan 3.000 met straalvliegtuigen.

Charles Conrad Jr. (32), luitenant-vlieger bij de Amerikaanse marine. Volgde een technische opleiding aan de Princeton University en had in 1961 2.800 vlieguren, waarvan 1.500 met straalvliegtuigen.

James A. Lovell Jr. (34), lt.-commander bij de Amerikaanse marine, opgeleid op de U.S. Naval Academy en vlieginstructeur en veilig-

De eerste zestien Amerikaanse astronauten voor een bespreking bijeen. Links vooraan Donald Slayton, de leider van de Amerikaanse ruimtevaarders; verder kloksgewijze rondom de tafel: Frank Borman, Edward White (†), Neil Armstrong, Walter Schirra, Scott Carpenter, John Glenn, Gordon Cooper, Charles Conrad, James Lovell, Thomas Stafford, John Young, Elliot See (†), Gus Grissom (†), Alan Shepard en James McDivitt.

heidsofficier op de marinevliegbasis Oceana in Virginia. Had 2.300 vlieguren waarvan 1.600 met straalvliegutigen.

James A. McDivitt (33), kapitein-vlieger bij de Amerikaanse luchtmacht, als invlieger werkzaam op Edwards Air Force Base. Volgde een opleiding tot vliegtechnisch ingenieur aan de University of Michigan. 2.500 vlieguren waarvan 2.000 met straalvliegtuigen.

Elliot M. See Jr. (35), als invlieger in dienst bij General Electric na een technische opleiding aan de U.S. Merchant Marine Academy en de University of California. 3.200 vlieguren waarvan 2.300 met straalvliegtuigen. (See is in februari 1966 verongelukt tijdens een landing met een T-38 straallesvliegtuig; hij was aangewezen als bemanningslid voor de Gemini GT-9).

Thomas P. Stafford (32), kapitein-vlieger bij de Amerikaanse luchtmacht. Volgde een opleiding aan de U.S. Naval Academy en was hoofd van de Prestatie-afdeling van de USAF-invliegergroep op Edwards Air Force Base. 3.500 vlieguren waarvan 2.500 met straalvliegtuigen.

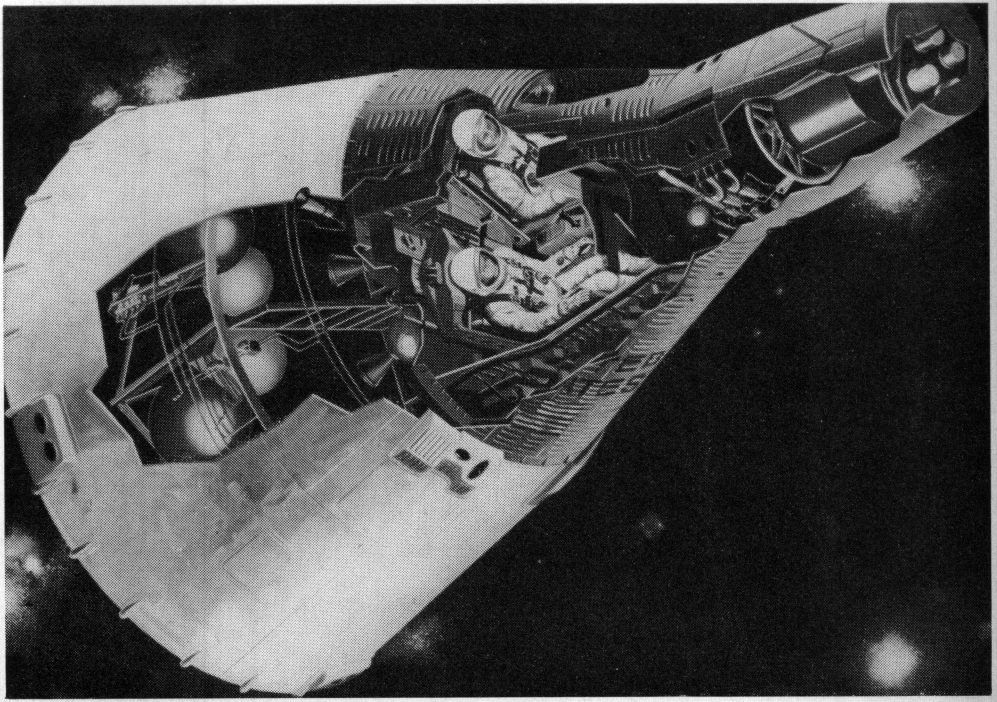
Edward H. White (32), kapitein-invlieger bij de Amerikaanse luchtmacht. Luchtvaarttechnische opleiding aan de U.S. Military Academy en de University of Michigan. Invlieger op Wright-Patterson Air Force Base. 2.900 vlieguren waarvan 1.700 met straalvliegtuigen.

John W. Young (32), lt.-commander bij de Amerikaanse marine, waarbij hij de functie van onderhoudsofficier vervulde. Luchtvaarttechnische opleiding aan het Georgia Institute of Technology. 2.300 vlieguren waarvan 1.600 met straalvliegtuigen.

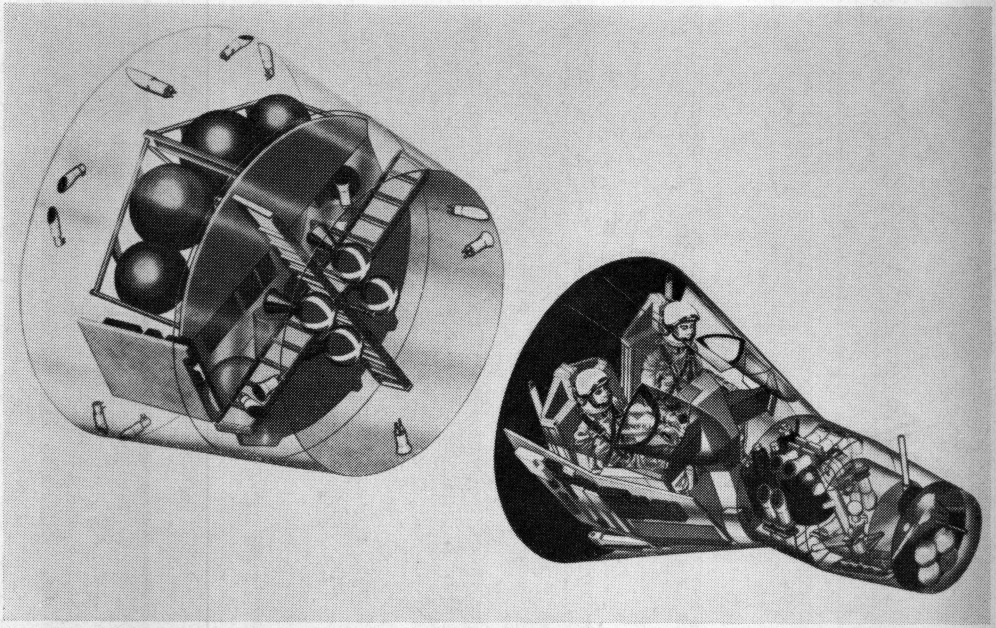
Alle negen astronauten van deze groep zijn gehuwd en hebben kinderen.
Deze groep van negen werd later gevolgd door een derde groep die uit veertien man bestond en waarvan er ook enige aan vluchten van het Gemini-programma hebben deelgenomen. Met de eerste groep van zeven meegerekend zijn er dus in Amerika in totaal dertig mannen geselecteerd voor het aparte en zeer zware eisen stellende beroep van ruimtevaarder.

DE GEMINI-CAPSULE

De bouw van de tweemans capsules die gebruikt werden voor de Gemini-vluchten werd opgedragen aan McDonnell, de fabriek die ook de kleinere eenpersoons capsules voor het Mercury-programma had gebouwd. Zij kon dus een dankbaar gebruik maken van de daarbij reeds opgedane ervaring en wie de Gemini-capsule bekijkt



Een opengewerkte schets van de Gemini-capsule waarin duidelijk de zitplaatsen van de twee bemanningsleden zijn te zien.



Deze schets van de Gemini-capsule laat duidelijk de twee modules zien waaruit de capsule is opgebouwd. Links de landingsmodule, rechts de aanpassingsmodule.

Een Gemini-capsule met (rechts) ernaast een Mercury-capsule. De Gemini-capsule is duidelijk groter, maar verder is de vorm vrijwel gelijk.

ziet dan ook direct de „familiegelijkenis" met de Mercury-capsule. McDonnell kreeg van de National Aeronautics and Space Administration opdracht om een serie van twaalf van deze capsules te ontwikkelen en te bouwen, een order waarmee een bedrag van niet minder dan 700 miljoen dollar was gemoeid. Dat betekent voor iedere capsule een bedrag van *f* 60.000.— per kilogram gewicht! Aan de capsule worden uiteraard zeer zware eisen gesteld want hij moet grote versnellingen en drukverschillen en een sterke verhitting bij het terugkeren in de aardse dampkring kunnen doorstaan. Als voor-

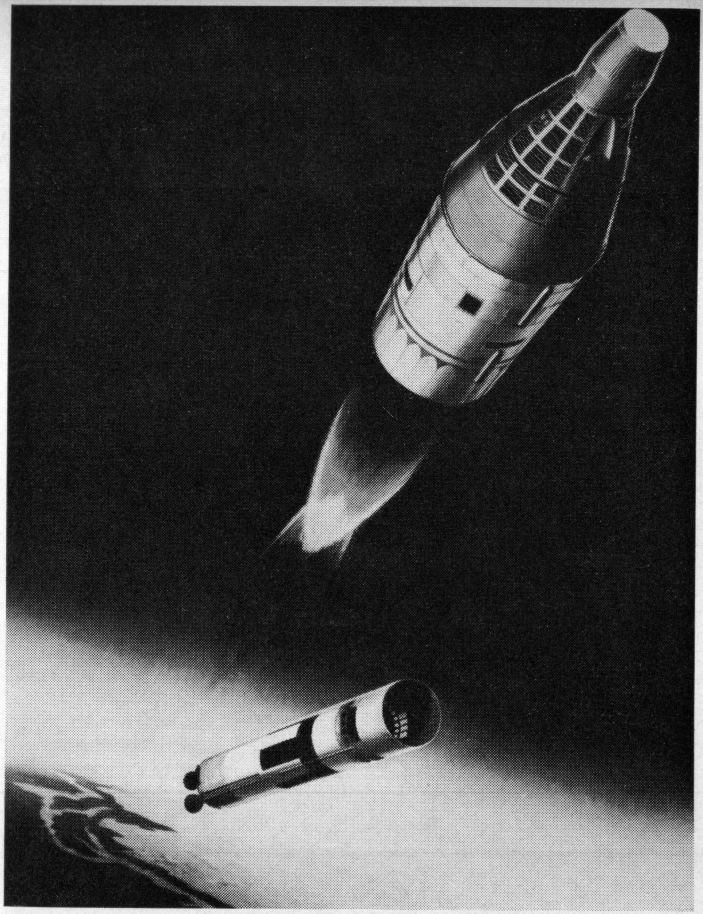
naamste constructiemateriaal is daarom titanium gebruikt, een lichte sterke metaalsoort die tegen grote verhitting bestand is en daarom tegenwoordig ook voor zeer snelle vliegtuigen wordt gebruikt. Dit materiaal is vooral toegepast voor de drukcabine die voor 85% uit titanium bestaat; hij is dubbelwandig uitgevoerd. De constructie van de Gemini-capsule is voor het overgrote deel gelast.

In feite bestaat de Gemini-capsule uit twee delen, die modules worden genoemd. De voorste is de z.g. landingsmodule, die bestaat uit een kegelvormig lichaam met op de punt een cilindervormig verlengstuk. In de kegelvormige ruimte is de drukcabine aangebracht waarin de twee bemanningsleden verblijven. Er zijn in de wand twee luiken aangebracht, elk voorzien van een venster met drie lagen glas, waardoor de ruimtevaarders uitzicht naar buiten hebben. De luiken zijn mechanisch vergrendeld maar in geval van nood kunnen zij door een explosieve lading worden afgeworpen waarna de twee ruimtevaarders met de hulp van schietstoelen de capsule kunnen verlaten. Tussen de drukcabine en de — zwart geschilderde — buitenhuid van de capsule is het grootste deel van de elektrische en elektronische uitrusting aangebracht.

Het cilindervormige voorstuk bevat geheel voorin de z.g. rendezvous radar die een belangrijk hulpmiddel is bij het contact zoeken met en het enteren van andere ruimtevaartuigen. Verder bevat deze sectie de apparatuur voor het controleren van de landingsmanoeuvre en de parachute waaraan de capsule tenslotte in het water van de oceaan neerdaalt.

Bij de lancering en tijdens de vlucht is de capsule met de punt naar voren gericht, maar voordat men met de landingsmanoeuvre begint wordt de capsule eerst een halve slag gedraaid zodat de stompe achterkant nu voorkant wordt. Deze achterkant bevat n.l. een z.g. hitteschild, dat bestaat uit een honingraatconstructie van glasvezelplaat, opgevuld met een speciale kunststof. De grote wrijvingshitte die optreedt bij de terugkeer in de aardatmosfeer tast dit hitteschild sterk aan, maar dit proces kost zoveel warmte-energie dat de temperatuur in de rest van de capsule op een aanvaardbare hoogte blijft. De buitenwand van de capsule bestaat uit gegolfde platen van een speciale metaallegering, die René-41 wordt genoemd en bestaat uit nikkel (50%), chroom (19%), kobalt (11%), molybdeen (10%) en enkele zeer kleine hoeveelheden van andere metaalsoorten. Tussen deze huidplaten en de eigenlijke constructie is een isolatielaag van kunstvezel aangebracht.

Het achterste deel van de Gemini-capsule is de z.g. aanpassingsmodule, die duidelijk van het voorstuk te onderscheiden is door zijn lichtere kleur. Hij bestaat uit twee achter elkaar geplaatste segmen-

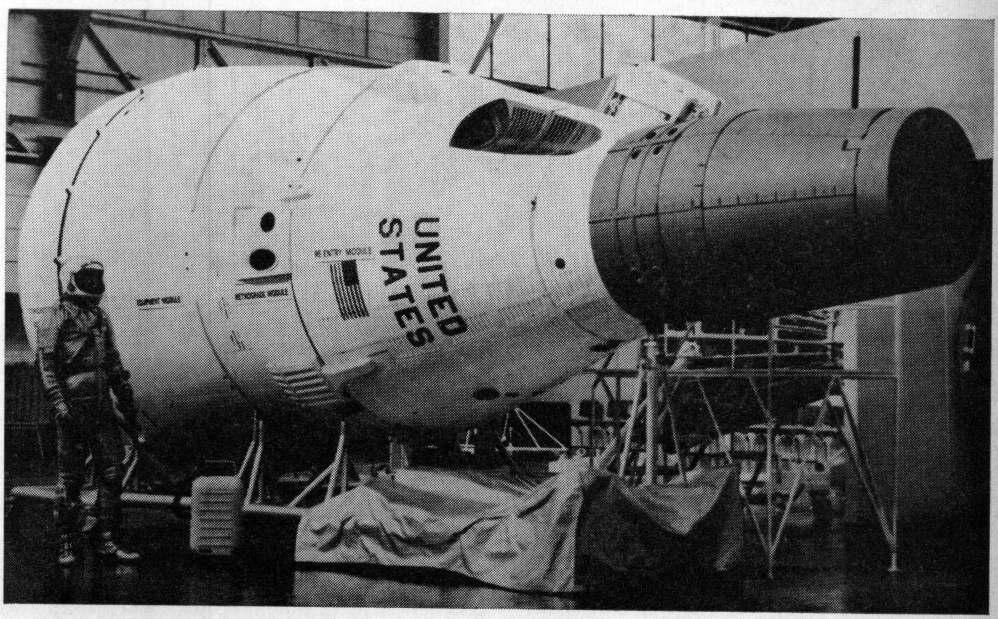


De Titan-Gemini combinatie vlak na de lancering. De eerste, uitgebrande rakettrap is ontkoppeld en valt terug in de atmosfeer, de tweede trap stuwt de Gemini verder omhoog.

ten, opgebouwd uit spanten van aluminium en langsliggers en beplating van magnesium-thorium. Het voorste segment bevat vier remraketten die elk 1.000 kg stuwkracht kunnen ontwikkelen. Het achterste segment is gevuld met allerlei uitrusting, zoals stuwstof-, zuurstof- en watertanks, elektrische generatoren, koelstofpompen en verbindingsapparatuur, alsmede kleine stuwraketten. De achterkant is met een dunne plasticwand afgesloten. Omdat het van groot belang is dat de temperatuur in de aanpassingsmodule niet te hoog wordt heeft men deze van buiten wit geschilderd omdat die kleur de warmtestraling reflecteert. Maar bij proeven in een z.g. stralingskamer op de grond bleek dat de temperatuur binnenin te laag werd; om dat te vorkomen heeft men de buitenwand voorzien van een groot aantal zwarte plastic strippen. Dit bleek een te sterke afkoeling voldoende te kunnen tegengaan.
Voor het lanceren van de Gemini-capsule werd een speciale versie van de Titan-raket aangewezen. Deze raket, de Titan-2C, is ontwikkeld door de Martin-Marietta Company, oorspronkelijk als intercontinentale ballistische raket (SM-68), maar later ook beschikbaar gesteld voor ruimtevluchten. De Titan is zelf 28 meter hoog maar met de Gemini-capsule erop bereikt het gevaarte een hoogte van 33 meter. De Titan weegt 100 ton en heeft een diameter van drie meter. De onderste trap heeft twee Aerojet-General LR.87-J-7 raketmotoren die 200 ton stuwkracht leveren, de tweede trap wordt voortgestuwd door een Aerojet-General LR.91-J-7 motor met 45 ton stuwkracht. De eerste Titan werd op 6 februari 1959 gelanceerd en toen men zo ver was dat men deze raket voor de Gemini-lanceringen ging gebruiken had men al een groot aantal geslaagde lanceringen genoteerd. De Titan is eenvoudiger dan de voor het Mercury-project gebruikte Atlas en kan, mede door de toepassing van z.g. hypergolische brandstoffen, veel vlotter starten; het aftellen voor de start duurt dan ook belangrijk korter.
Van de Gemini-capsule keert na de vlucht alleen het voorste deel, de z.g. landingsmodule, op aarde terug; de aanpassingsmodule wordt vóór de landingsmanoeuvre afgestoten en verbrandt dan ergens in de wereldruimte.

GEMINI GT-1

De eerste lancering in het kader van het Gemini-programma werd uitgevoerd op 8 april 1964. Het ging toen om een proef met een onbemande capsule waarbij men wilde nagaan hoe de capsule zich tijdens de lancering en de vlucht zou houden en hoe de combinatie van de capsule en de lanceerraket zou werken. De lege capsule



De eerste Gemini-capsule, klaar voor het transport naar Kaap Kennedy.

was voorzien van allerlei meetapparatuur plus een zendinstallatie die de meetgegevens naar de aarde moest overbrengen. De lancering van de capsule slaagde volledig. Hij koppelde op deze eerste proefvlucht nog niet los maar bleef verbonden met de tweede trap van de Titan-raket. De combinatie kwam in een baan om de aarde waarvan de afstand tot het aardoppervlak varieerde van 160 tot 300 kilometer. De meet- en zendapparatuur aan boord functioneerde uitstekend en zond gegevens over tijdens een volle omlooptijd. Na die eerste omloop waren de batterijen van de zender echter uitgeput zodat men geen verdere gegevens meer doorkreeg. De capsule is vier dagen in de ruimte blijven cirkelen tot hij tenslotte bij het terugvallen in de dampkring door de wrijvingshitte verteerd werd.

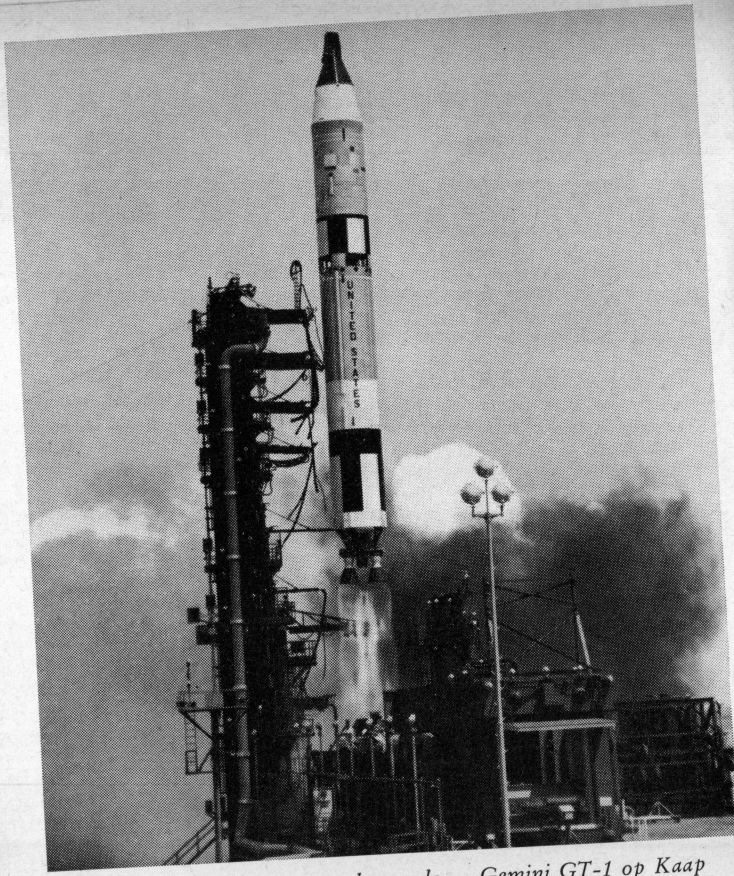
GEMINI GT-2

Er werd een tweede lanceerproef met een onbemande Gemini-capsule uitgevoerd op 19 januari 1965. In dit geval was het maar een vlucht van heel korte duur waarbij de capsule niet in een baan om de aarde kwam maar in een z.g. ballistische baan boven de Atlantische Oceaan werd opgestuurd. Negentien minuten na de — volledig geslaagde — lancering kwam de capsule alweer aan een parachute in de oceaan terecht waar hij uit het water kon worden opgepikt. Het was na deze lancering dat men besloot om de capsule aan de buitenkant te voorzien van extra witte verfstrepen of hem met wit band te beplakken omdat gebleken was dat de temperaturen bij de terugkeer in de aardse dampkring binnen in de capsule toch wat hoger waren geworden dan men had berekend. In ieder geval hadden de eerste twee Gemini-lanceringen duidelijk aangetoond dat men zowel wat de capsule als de lanceerraket betrof een zeer hoge mate van betrouwbaarheid had bereikt en dat men daarom de komende lanceringen met vertrouwen tegemoet kon zien.

GEMINI GT-3

Lanceerdatum :	23 maart 1965
Bemanning :	Virgil I. Grissom, John W. Young
Baan :	apogeum 225 km, perigeum 160 km
Opdracht :	korte proefvlucht van drie omwentelingen voor het testen van diverse systemen in de capsule.

De lancering van de Titan 2 raket, waarop de Gemini GT-3 capsule — die men de naam „Molly Brown" had gegeven — was gemonteerd, had plaats om 14.24 GMT. Dat was vier en twintig uur later dan oorspronkelijk de bedoeling was, want de lancering was ver-

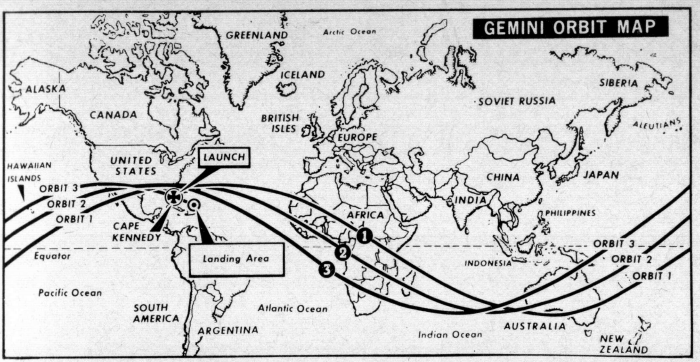


De lancering van de — onbemande — Gemini GT-1 op Kaap Kennedy op 8 april 1964.

traagd omdat er een reparatie moest worden uitgevoerd aan een brandstofleiding in de onderste rakettrap. Toen het grote moment aangebroken was maakte de combinatie echter een perfecte start. Twee minuten en 36 seconden na de lancering, precies volgens schema, koppelde de onderste rakettrap los en daarna bracht de tweede trap van de Titan de capsule in een baan om de aarde.
Tijdens het grootste deel van de vlucht heeft Grissom de Gemini GT-3 met de hand bestuurd; hij liet hem verscheidene manoeuvres uitvoeren en bracht tweemaal de remraketjes in werking wat tot gevolg had dat de capsule dichter bij de aarde kwam. Toen hij tijdens de derde omwenteling boven Hawaii was liet Grissom de capsule een halve slag omdraaien zodat hij met de stompe kant naar voren ging vliegen. Daarna bracht hij de remraketten in actie voor de landingsmanoeuvre. Tijdens de afdaling in de dampkring steeg de temperatuur van de GT-3 tot 930°C zodat de twee astronauten het in hun gesloten pakken flink warm kregen. Op 3.000 meter hoogte ging de grote parachute — doorsnede 25 meter — open en daalde de capsule langzaam in het water van de Atlantische Oceaan, op bijna honderd kilometer afstand van het vliegkampschip Intrepid. Helicopters van dit vliegkampschip pikten de beide astronauten en hun capsule uit het water op en brachten ze aan boord van het schip. Hun ruimtevlucht had 4 uur en 55 minuten geduurd en tijdens hun drie omwentelingen hadden zij 128.750 kilometer afgelegd. Bovendien was Grissom de eerste ruimtevaarder ter wereld die twee ruimtevluchten had gemaakt.
Over het algemeen verliep deze eerste bemande Gemini-vlucht zonder grote moeilijkheden; er waren een paar technische onvolkomenheidjes en de radioverbinding tussen capsule en Kaap Kennedy viel enige tijd uit. Er werden onderweg enige wetenschappelijke en biologische experimenten uitgevoerd en foto's gemaakt, terwijl verder — maar zonder succes — werd uitgekeken naar de uitgebrande tweede trap van de Titan-raket die de GT-3 op ruim dertig kilometer afstand was blijven volgen. Toen zij over het in duisternis gehulde Australië vlogen konden de astronauten duidelijk de stadslichten van Perth in West-Australië waarnemen.
Bij de landing kwamen zij verder van het vliegdekschip in zee dan de bedoeling was. Tijdens hun landingsmanoeuvre hadden de ruimtevaarders ongeveer acht liter water geloosd om te proberen daarmee de ionisatie van de omringende lucht te voorkomen die het radiocontact met de aarde onmogelijk maakte; dit slaagde gedeeltelijk want hoewel men op de grond signalen bleef ontvangen was de stem van Grissom slechts nu en dan onduidelijk hoorbaar. Bij de landing kwam de capsule met een harde klap op het water terecht met als

„Gus" Grissom en John Young, de bemanning van de eerste — bemande — Gemini-vlucht GT-3, gereed voor de start.

Op dit kaartje ziet men hoe de drie banen van Gemini GT-3 over de aarde liepen.



gevolg dat beide astronauten een flinke deuk in hun helm kregen; ook werden zij zeeziek in de op het ruwe water van de oceaan deinende capsule want vanwege de vrij grote afstand tussen het vliegkampschip en hun landingsplaats lieten de helicopters nogal lang op zich wachten. Maar toen die eenmaal op het toneel verschenen waren en de astronauten aan boord hadden genomen was het leed gauw geleden.

GEMINI GT-4

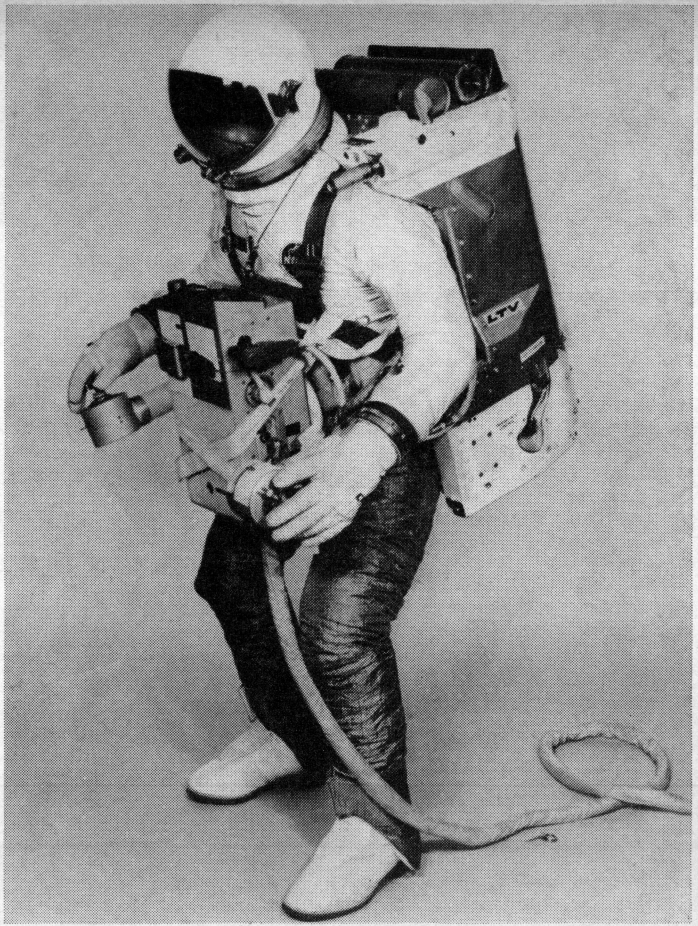
Lanceerdatum : 3 juni 1965
Bemanning : James McDivitt, Edward H. White
Baan : apogeum 280 km, perigeum 160 km
Opdracht : rendez-vous met de tweede trap van de Titan Lanceerraket en kort verblijf buiten de capsule door een van de beide astronauten.

Het was 15.16 uur GMT op 3 juni 1965 toen een Titan 2 raket de Gemini GT-5 met de astronauten McDivitt en White in een baan om de aarde bracht voor een historische vlucht, die vier dagen zou duren. De ruimtevaarders waren gestart met een hele serie opdrachten, waaronder twee zeer belangrijke: een rendez-vous poging met de uitgebrande tweede trap van de Titan-raket en een kort verblijf buiten de capsule van een van de twee astronauten. Het uitvoeren van de eerste opdracht was de taak van McDivitt en deze ging zo met de capsule manoeuvreren dat hij in de buurt van de

Twee helicopters van het vliegdekschip „Intrepid" naderen de in het water liggende Gemini GT-3 capsule om bemanning en capsule op te pikken.

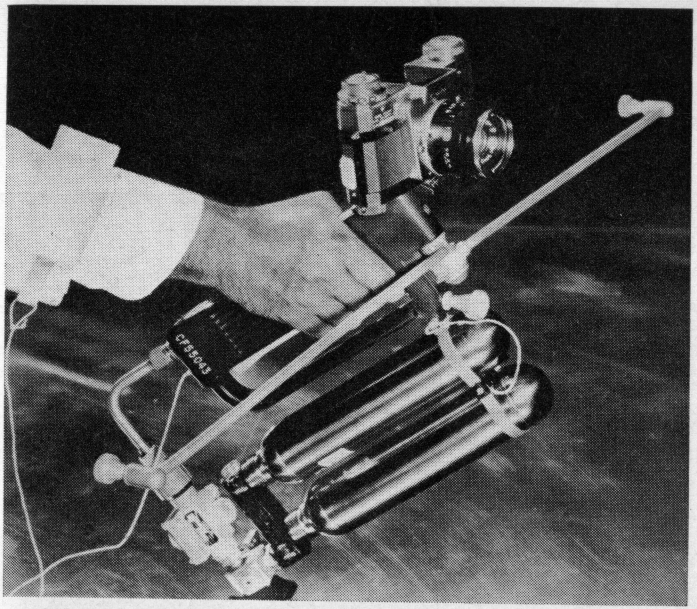
hem op enige afstand volgende tweede trap van de Titan zou kunnen komen. Dat betekende dat hij snelheid moest minderen zodat deze rakettrap hem zou kunnen inhalen. Maar McDivitt ontdekte al gauw dat het onmogelijk is om in de ruimte nauwkeurig afstanden te schatten als er geen voorwerp met bekende afmetingen in de directe omgeving is. Op een gegeven moment, toen hij zich boven Australië bevond, schatte hij zijn afstand tot de Titan op ongeveer vijfhonderd meter, terwijl deze in werkelijkheid achtmaal verder weg was. Hij probeerde wel om met een paar scherpe manoeuvres dichter bij de raket te komen, maar zonder resultaat. Toen hij na verloop van tijd bijna de helft van de totaal voor het uitvoeren van manoeuvres aanwezige voorraad stuwstof had verbruikt vroeg en kreeg hij van het controlecentrum in Houston toestemming om dit punt van het programma niet verder uit te voeren. Eén ding was duidelijk geworden: voor het uitvoeren van rendez-vous manoeuvres zouden instrumenten die nauwkeurig de afstand en de positie van het te ontmoeten ruimtevaartuig aangeven ten enenmale onmisbaar zijn. Gelukkig had hij bij al zijn manoeuvres geen hoogte verloren; hij had daarentegen zelfs iets aan hoogte gewonnen.

Nu brak de tijd aan voor een heel ander experiment: een z.g. ruimtewandeling. De GT-4 was aan zijn derde omwenteling om de aarde bezig toen White het luik boven zijn zitplaats opende en zich naar buiten werkte. Met de hulp van een speciaal apparaat dat samengeperste zuurstof uitstootte kon hij zich in de luchtledige ruimte verplaatsen, iets dat erg gemakkelijk bleek te gaan. White vond het jammer dat hij niet tienmaal zoveel zuurstof bij zich had, dan had hij nog veel meer manoeuvres kunnen uitvoeren. Terwijl hij zo bezig was maakte McDivitt een aantal foto's van zijn manipulaties, alsmede een film; een tweede, automatisch werkende camera, die White zelf buiten op de capsule had gemonteerd, deed hetzelfde. White probeerde ook te manoeuvreren door rukken te geven aan de lijn waarmee hij met de capsule verbonden was, maar deze lijn zat op een ongunstige plaats aan zijn lichaam bevestigd zodat hij al wentelend achter en boven de capsule terechtkwam. White bleef in totaal 22 minuten in de ruimte ronddobberen en het moeilijkste ogenblik kwam toen hij weer aan boord was gegaan en het luik niet meer goed wilde sluiten. Dat zou immers tot gevolg kunnen hebben dat de astronauten bij hun terugkeer in de atmosfeer zouden omkomen. Maar na vijf entwintig minuten van gezamenlijke krachtsinspanning slaagden zij er gelukkig in om het onwillige luik weer stevig dicht te krijgen. Toen pas kon White rustig nagenieten van zijn ruimte-uitstapje dat hem best bevallen was. Hij had tenminste nog wel langer buiten willen blijven. Het manoeuvreren in de ruimte had hem weinig

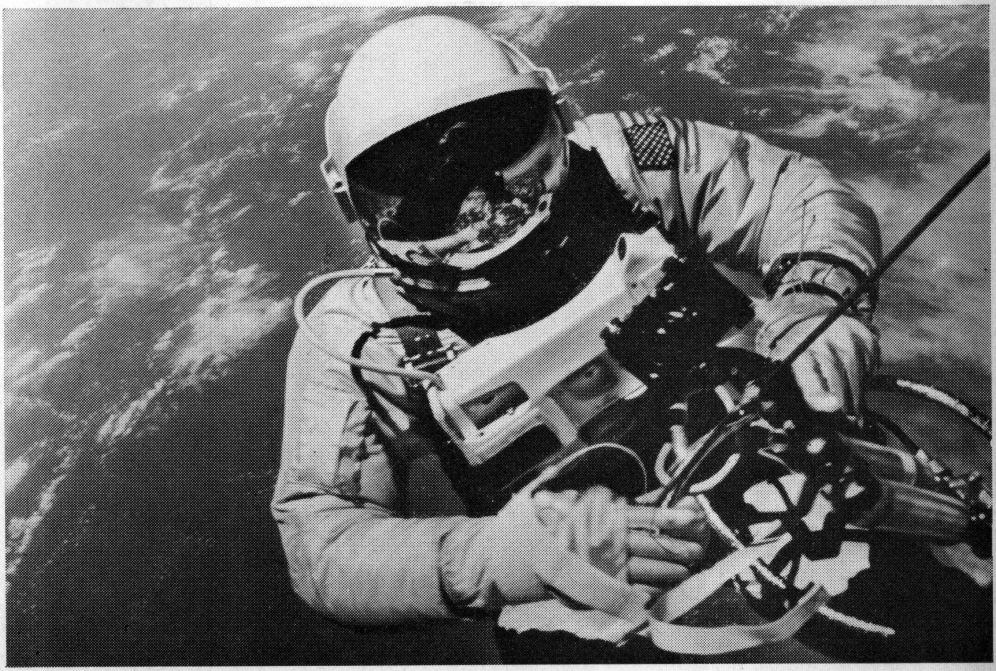


Manoeuvreer-apparatuur (ontwerp Ling-Temco-Vought) voor ruimtevaarders om zich buiten de capsule te verplaatsen.

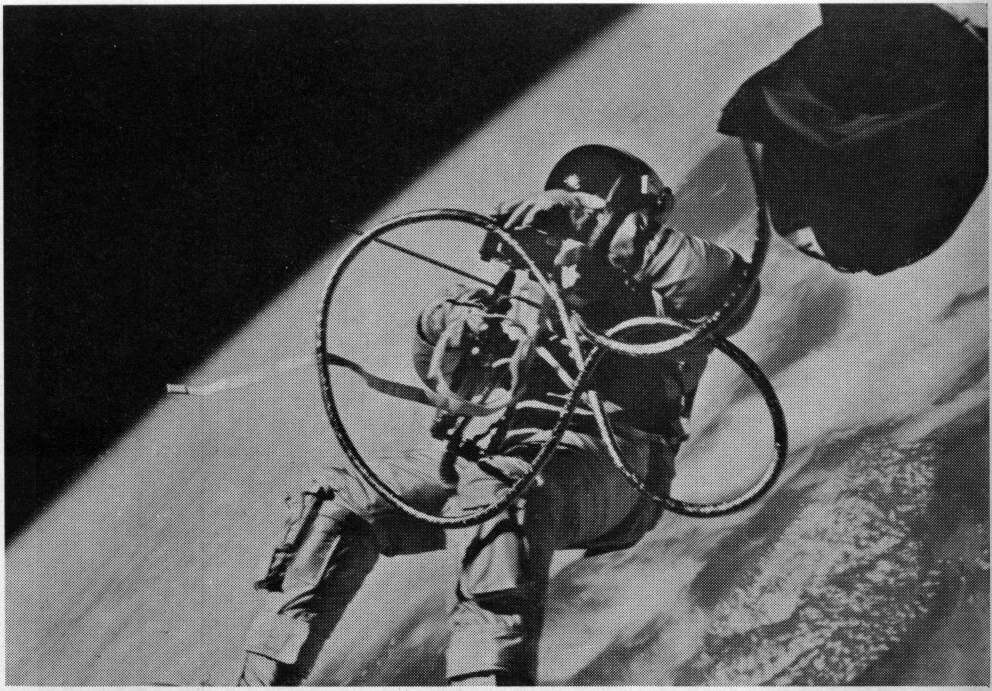
Dit apparaat, waarop o.a. een camera is gemonteerd, wordt gebruikt voor het manoeuvreren in de ruimte. Men ziet o.a. twee kleine cylinders met samengeperst gas en een tweetal straalpijpjes (rechts boven en links onder).



moeite gekost en dank zij de nabijheid van de capsule had hij zich gemakkelijk kunnen oriënteren.
Na White's ruimte-escapade bleven de twee astronauten nog een paar dagen in hun baan om de aarde rondcirkelen, etend, slapend en diverse opdrachten uitvoerend. Het verblijf in de capsule was, gezien de omstandigheden, vrij aangenaam; de temperatuur varieerde van 18° tot 21° en er was een laag vochtgehalte. De apparatuur aan boord werkte bevredigend; het enige apparaat dat niet goed functioneerde was de computer die gebruikt werd voor de navigatie en de besturing. Dat betekende onder meer dat de astronauten zelf hun baan voor de terugkeer naar de aarde moesten berekenen, maar dat ging hen goed af. Op 7 juni 1965, om 17.12 uur GMT, kwam



Een close-up van White terwijl hij zich buiten de capsule bevindt.



De eerste „ruimtewandelaar" Edward White tijdens zijn evoluties in het luchtledige.

de Gemini GT-4 ongeveer 650 kilometer ten zuiden van Bermuda in de Atlantische Oceaan terecht, 97 uur en 15 minuten na de lancering en na 62 omwentelingen om de aarde waarbij zij 2.200.000 kilometer afgelegd hadden. Even later konden McDivitt en White aan boord van het vliegdekschip „Wasp" van een welverdiende rust gaan genieten.

GEMINI GT-5

Lanceerdatum :	21 augustus 1965
Bemanning :	L. Gordon Cooper, Charles Conrad
Baan :	apogeum 345 km, perigeum 160 km
Opdracht :	ontmoeting tot stand brengen met de Radar Evaluation Pod (REP), die door Gemini GT-5 zelf zou worden afgeworpen.

De Titan 2 raket, die Gemini GT-5 in zijn baan om de aarde moest brengen stond op 21 augustus 1965 startklaar op Kaap Kennedy en om 14.20 uur GMT was het grote ogenblik aangebroken. Een ogenblik waarop men lang gewacht had, want de start zou eigenlijk al twee dagen eerder, op 19 augustus, gemaakt zijn. Maar het weer rond de lanceerbasis plus enkele kleine technische storingen zorgden voor een oponthoud dat de start eerst enkele uren maar uiteindelijk twee volle dagen vertraagde. Maar toen tenslotte op 21 augustus de startknop werd ingedrukt verliep de lancering tot grote opluchting van alle betrokkenen perfect.
Drie minuten na de start scheidden de eerste en de tweede rakettrap zich van elkaar en weer drie minuten later koppelde de capsule van de tweede trap los. Terwijl de capsule in een baan om de aarde ging draaien — iets lager dan men had berekend — gebeurde er beneden iets bijzonders. Op ca 1.150 kilometer ten zuidwesten van Bermuda vond de Amerikaanse torpedobootjager Dupont de weliswaar zwaar beschadigde maar verder intakte onderste trap van de Titan-raket, die van 75 kilometer hoogte in de Atlantische Oceaan was gevallen. Het was voor het eerst dat deze niet bij zijn val door de aardatmosfeer door de wrijvingshitte verbrand was. De nu uit zee opgeviste Titantrap was natuurlijk een dankbaar studie-object voor de rakettechnici van de Martin Company, die de Titan ontwikkeld en gebouwd hebben.
Intussen waren Cooper en Conrad begonnen aan hun ruimtevlucht die volgens het schema acht dagen zou moeten duren. Zij zouden moeten nagaan en vaststellen hoe de capsule met al zijn installaties en systemen — en niet in het minst de bemanning — zich zouden houden bij een ruimtevlucht van langere duur. Speciaal zouden zij de apparatuur moeten uitproberen die bestemd was voor een z.g.

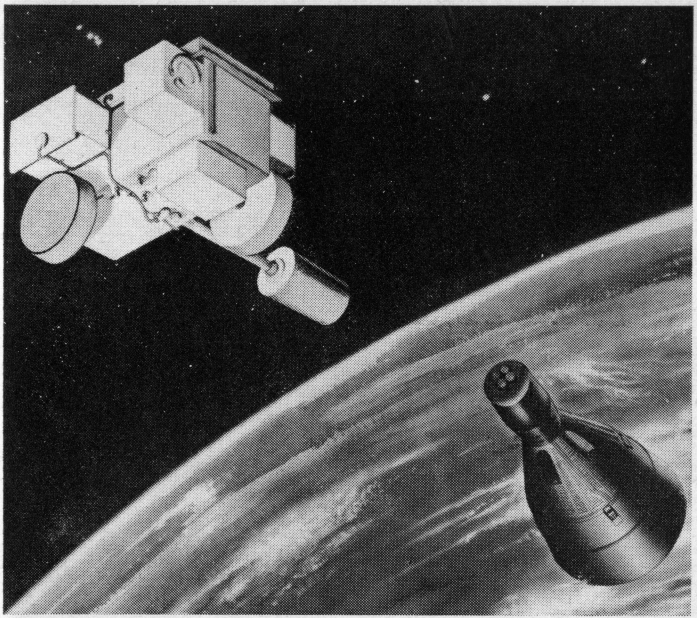
De contrôlekamer op Kaap Kennedy, gevestigd in een stevige bunker vlak bij de lanceerplaatsen, waar het „aftellen" voor de start plaats vindt.

rendez-vous met een ander bemand of onbemand ruimtevaartuig. Daarvoor zou door de Gemini GT-5 zelf een kleine satelliet, de Radar Evaluation Pod (REP), worden gelanceerd. Deze had apparatuur aan boord die zowel licht- als radarsignalen uitzond, waarop de Gemini zich zouden kunnen oriënteren voor een ontmoeting in de ruimte.

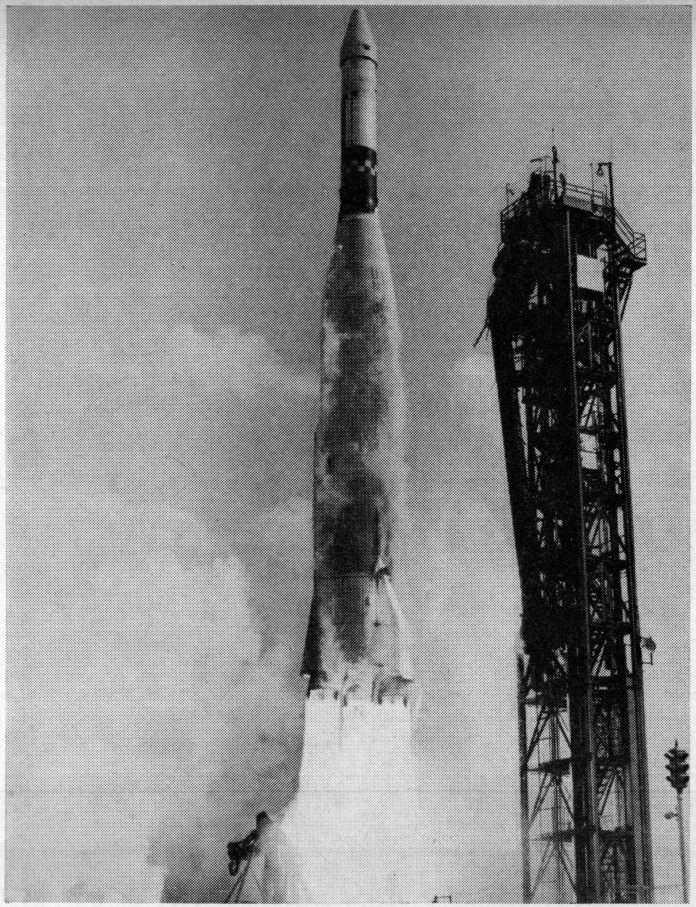
Na wat moeilijkheden met de communicatie met de aarde in het begin van de vlucht werd twee en een half uur na de lancering de Gemini een kwart slag naar rechts gedraaid en de REP gelanceerd. Dit deel van de operatie verliep dus volgens plan, maar daarna trad er een storing in een brandstofcel op die leidde tot een ernstig verlies van elektrische energie. Alle niet beslist nodige apparatuur werd uitgeschakeld om elektriciteit te besparen; dat betekende bovendien dat de voorgenomen ontmoeting met de REP moest worden afgelast. Ook de zuurstoftoevoer liep op een gegeven moment terug zodat het er even naar uitzag dat de vlucht ontijdig afgebroken zou moeten worden. Maar later herstelde de zuurstoftoevoer zich en daarna besliste men van dag tot dag of de vlucht al dan niet zou worden voortgezet. Een ontmoeting met de REP was in een later stadium niet meer mogelijk want de batterijen van deze

Het einde van een Gemini-vlucht: de landing op het water van de Oceaan.

De Radar Evaluation Pod (REP), gelanceerd door de bemanning van de Gemini GT-5, moest dienen voor een rendez-vous operatie, waarvan men later echter heeft moeten afzien.



satelliet leverden maar voor zes uur energie voor het flitslicht en de radarapparatuur.
Tijdens hun verdere vlucht deden de beide astronauten allerlei waarnemingen en fotografeerden zij onder meer twee orkanen die boven de Stille Oceaan woedden. Ook maakten zij foto's van de lancering van een tweetal Minuteman raketten vanaf bases in de Verenigde Staten. Interessant was ook dat zij een aantal visuele signalen, die waren uitgelegd in Australië en in Nieuw-Mexico, duidelijk konden waarnemen. Daarbij bleek dat men in een toestand van gewichtloosheid voorwerpen groter en duidelijker gaat zien dan zij in werkelijkheid zijn. Cooper en Conrad deelden b.v. mee dat zij in de haven van Jacksonville in Florida duidelijk een



Lancering van een onbemande Agena-capsule door een Atlas-raket op 25 october 1965 voor een rendez-vous met Gemini GT-6. Negen minuten later explodeerde echter de Agena.

torpedobootjager en een vliegdekschip konden zien liggen; in werkelijkheid zagen zij echter een sleepboot en een lichter. Als een experiment op het gebied van de radiocommunicatie sprak Cooper enige tijd met zijn collega Scott Carpenter, die op dat moment aan de Californische kust in een duikerklok zestig meter onder water zat.
Op 24 augustus braken Cooper en Conrad het duurrecord van 118 uur en 56 minuten en 41 seconden van de Rus Valeri Bykowski, dat deze in juni 1963 had gevestigd en op 29 augustus brachten zij tenslotte hun remraketten in werking voor de terugkeer naar de aarde. Op 620 kilometer van Bermuda kwam de Gemini GT-5 in de Atlantische Oceaan terecht na 120 omwentelingen om de aarde waarbij zij een afstand van 5,3 miljoen kilometer aflegden. Het was 12.56 uur GMT toen de capsule aan zijn grote, helgekleurde parachute in het water neerdaalde, eerder dan de bedoeling was, want omdat er op dat moment een orkaan op het doelgebied afkoerste had men de Gemini GT-5 één omwenteling eerder naar de aarde laten terugkeren. Om 13.40 uur kwamen er twee helicopters van het vliegdekschip „Lake Champlain", die de capsule met de beide astronauten uit het water tilden en aan boord van het vliegdekschip brachten; 7 dagen, 22 uur en 56 minuten na hun lancering waren Cooper en Conrad weer op de aarde terug. Hun vlucht was niet zonder moeilijkheden verlopen, maar hun goede welstand na de lange reis bewees dat zij het experiment van een week in de ruimte uitstekend doorstaan hadden.

GEMINI GT-6

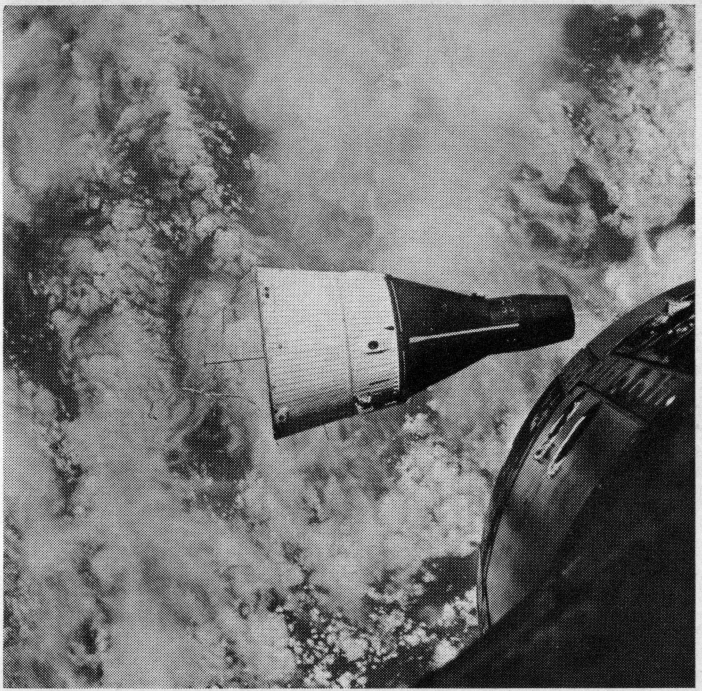
Lanceerdatum :	25 oktober 1965. Lancering op die dag afgelast omdat de ervóór gelanceerde Agena satelliet negen minuten na de lancering explodeerde. Tweede lanceerdatum: 12 december 1965. Lancering toen twee minuten voor starttijd uitgesteld vanwege een technische storing. Derde lanceerdatum: 15 december 1965. Lancering geslaagd.
Bemanning :	Walter M. Shirra, Thomas P. Stafford.
Baan :	apogeum 260 km, perigeum 160 km.
Opdracht :	aanvankelijk rendez-vous met Agena-satelliet. Na explosie van de Agena ontmoeting met de eerder gelanceerde Gemini GT-7.

GEMINI GT-7

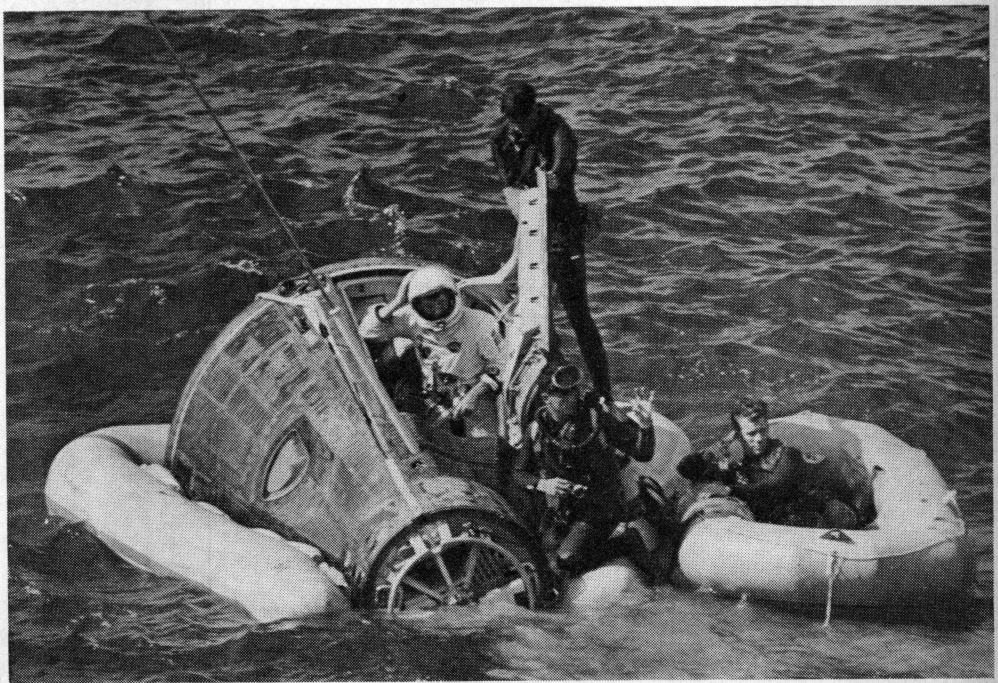
Lanceerdatum :	4 december 1965
Bemanning :	Frank Borman, James Lovell
Baan :	apogeum 330 km, perigeum 160 km. Vanaf 9 december een cirkelbaan op 300 km hoogte
Opdracht :	ontmoeting tot stand brengen met Gemini GT-6 en in totaal twee weken in de ruimte blijven.

Op 25 oktober 1965 was er volop activiteit op Kaap Kennedy. Op één van de lanceerplaatsen stond een Atlas-Agena combinatie opgesteld en op een ander stond een Titan 2 raket met er bovenop de Gemini GT-6, met als bemanning Shirra en Stafford. De Atlas-Agena combinatie zou als eerste worden gelanceerd en honderd minuten erna zou de Titan met de Gemini volgen. Tijdens zijn vierde omwenteling zou de Gemini GT-6 dan proberen om een ontmoeting met de Agena tot stand te brengen. Maar in werkelijkheid ging het allemaal heel anders. Hoewel de lancering van de Atlas-Agena precies op tijd plaats vond en feilloos verliep en drie minuten later de Agena volgens plan van de Atlas loskwam viel kort daarop het radiocontact uit en negen minuten en twintig seconden na de lancering explodeerde de Agena en kwamen de stukken ervan in het zuidelijk deel van de Atlantische Oceaan terecht. Vijftien miljoen dollar kostte dit mislukte schot.
De lancering van de Titan-Gemini combinatie werd daarom uitgesteld en mismoedig kwamen Shirra en Stafford weer uit hun capsule. Eerst werd gezegd dat er een nieuwe lancering zou plaats hebben zodra men de oorzaak van het mislukken van de Agena zou hebben vastgesteld, maar later kregen de leiders van het Project Gemini een ander idee. De Martin Company had al eerder een plan uitgewerkt voor een vlucht van twee Gemini's tegelijk, maar voor de geplande serie van twaalf Gemini-lanceringen had men al zo'n drukbezet programma dat er voor een dergelijke vlucht geen ruimte meer over was. Maar nu Gemini GT-6 zijn eigenlijke opdracht niet kon uitvoeren bood die kans zich als het ware vanzelf aan. De NASA werkte toen een schema voor een ontmoeting in de ruimte tussen twee Gemini's uit en vroeg aan president Johnson toestemming om dit programma uit te voeren; deze toestemming werd door de president gegeven.
Gemini GT-7, bemand door Borman en Lovell, zou het eerst vertrekken. Op 4 december ging hij precies op tijd van Kaap Kennedy omhoog en na een perfecte lancering door de Titan 2 raket kwam hij in de berekende ellipsbaan terecht. Als een soort eerste oefening manoeuvreerde Borman zijn capsule zodanig dat hij vlak bij de uit-

De eerste ontmoeting tussen twee bemande ruimteschepen: Gemini GT-7, gefotografeerd door de bemanning van de GT-6.



gebrande tweede trap van de Titan 2 terecht kwam. Veel hing intussen af van de staat waarin de lanceerplaats van de Gemini GT-7 na de start was achtergebleven. Het was namelijk de enige stelling op Kaap Kennedy vanwaar een Titan-Gemini kon vertrekken en ernstige beschadiging ervan zou de start van Gemini GT-6 dusdanig kunnen vertragen dat de geplande dubbelvlucht zou moeten worden uitgesteld of misschien zelfs afgelast. Maar gelukkig viel die schade bijzonder mee en terwijl Gemini GT-7, die volgens schema twee weken lang in de ruimte zou blijven, rustig doorging met zijn ronden



Gemini GT-6 na de landing. Kikvorsmannen hebben een rubbervlot om de capsule aangebracht en helpen nu de bemanning uitstappen.

om de aarde was men op Kaap Kennedy druk in de weer om de lanceerplaats in gereedheid te brengen voor de start van Gemini GT-6.
Op 6 december begon Lovell aan een belangrijk experiment: hij trok in de capsule zijn speciale ruimtepak uit. Als een veiligheidsmaatregel hield Borman het zijne aan. Tijdens de latere rendez-vous operatie droegen beide astronauten hun ruimtepakken weer, maar in een later stadium trokken zowel Borman als Lovell het uit om het pas voor de terugkeer naar de aarde weer aan te trekken. Na hun terugkeer verklaarden zij dat ruimtevluchten van lange duur alleen maar uitvoerbaar waren als de astronauten daarbij geen ruimtepakken hoefden te dragen.
Tijdens een van hun passages over Florida zagen de beide astronauten duidelijk de lancering van een Polaris-raket uit een ondergedoken onderzeeboot. Vanaf drie stations op aarde, resp. op Kauii (Hawaii-eilanden), op Ascension Island en in Nieuw-Mexico, probeerde men — overigens tevergeefs — om met de hulp van z.g. laserstralen contact te maken met de Gemini GT-7, die op 12 december, de dag waarop Gemini GT-6 zou worden gelanceerd, zijn omloopbaan wijzigde in een vrijwel cirkelvormige op 300 kilometer afstand van de aarde.
Gemini GT-6 met Shirra en Stafford aan boord zou dus op 12 december gelanceerd worden. Maar opnieuw kwam er tegenslag. De hele voorbereiding en het aftellen verliepen volgens plan, maar twee seconden voordat de Titan-Gemini combinatie omhoog zou gaan sloegen de motoren af. Bij onderzoek bleek dat een klein plastic dopje in een brandstofleiding terecht was gekomen en daardoor de brandstoftoevoer had afgesloten. Dank zij de koelbloedigheid van Shirra en Stafford, die rustig in de capsule bleven in plaats van zich met hun schietstoelen naar buiten te werken, zou de Titan-Gemini binnen enkele dagen weer startklaar kunnen zijn.
Intussen draaiden Borman en Lovell rustig hun rondjes om de aarde. Op 11 december slaagden zij erin om een door een grondstation op Kauii uitgezonden laserstraal op te vangen en twee minuten lang vast te houden. Op 12 december om 18.20 uur hadden zij het duurrecord van Cooper en Conrad (190 uur, 56 minuten) gebroken. Nu alles aan boord naar wens bleek te gaan kregen Borman en Lovell toestemming om beiden hun ruimtepakken uit te trekken.
Op 15 december had eindelijk de lancering van Gemini GT-6 plaats, een lancering die nu volledig slaagde. Om 13.37 uur GMT, een minuut nadat Borman en Lovell over Kaap Kennedy waren gekomen, ging de Titan-Gemini combinatie omhoog en kwam de capsule met Shirra en Stafford in zijn baan, ongeveer 1.930 kilo-

meter achter Gemini GT-7. Borman en Lovell zaten gemiddeld 300 kilometer hoog, Shirra en Stafford beschreven een ellips met een hoogste punt van 260 kilometer. Met enige manoeuvres wist Shirra de hoogte van Gemini GT-6 op te voeren, zodat hij even hoog kwam als Gemini GT-7. Om 17.33 uur GMT zag Shirra de flitsende lichtjes van de Gemini GT-7 op een afstand van 200 kilometer voor zich en om 19.10 GMT waren beide capsules nog maar veertien kilometer van elkaar verwijderd. Om 19.28 GMT begonnen beide capsules, die in uitstekend radio- en radarcontact met elkaar stonden, aan hun rendez-vous manoeuvres en om 19.34 GMT ontmoetten Gemini GT-6 en Gemini GT-7 elkaar op driehonderd kilometer boven Hawaii.

De beide Gemini's naderden elkaar tot op een meter afstand, manoeuvreerden om elkaar heen of volgden elkaar. De bemanningsleden wuifden naar elkaar en namen over en weer foto's. Vijf uur en achttien minuten bleven zij elkaar gezelschap houden; toen werd de formatie verbroken en terwijl Gemini GT-7 zijn tocht door de ruimte vervolgde maakte Gemini GT-6 zich gereed voor zijn terugkeer naar de aarde. Op 16 december om 15.29 GMT kwam hij op 1.280 kilometer ten zuidoosten van Kaap Kennedy in de Atlantische Oceaan terecht, slechts 25 kilometer van het vliegdekschip „Wasp", dat hem met capsule en al aan boord nam.

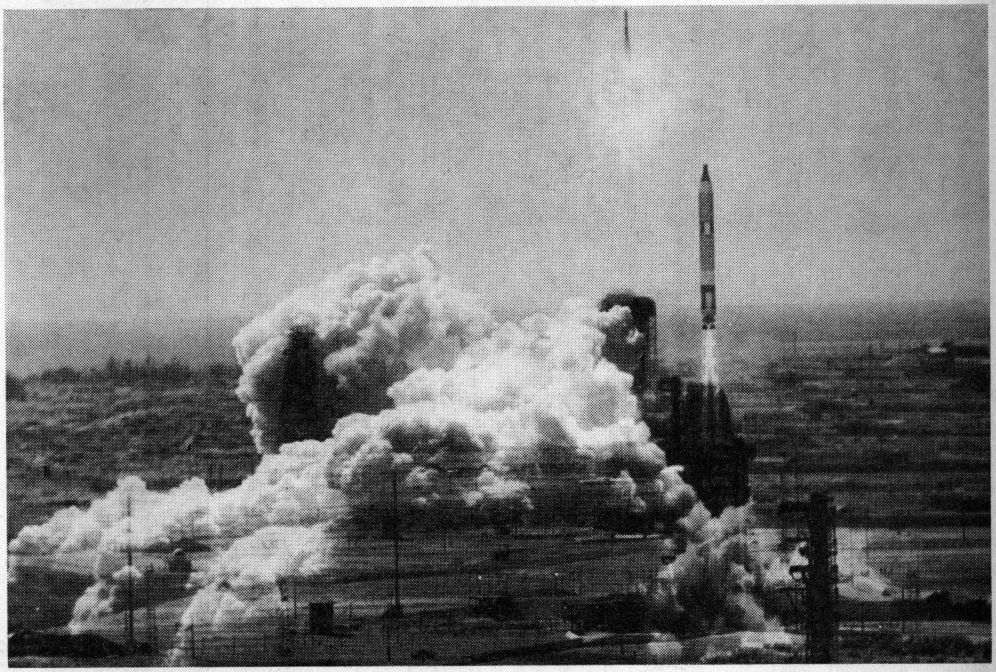
Gemini GT-7 bleef intussen zijn ronden door het heelal vervolgen. Borman en Lovell zagen de neuskegel van een op Vandenberg Air Force Base afgeschoten Minuteman-raket terugvallen in de dampkring. Ook zagen zij de rook van een raketslee die voor bepaalde experimenten op Holloman Air Force Base wordt gebruikt. In het verdere verloop van hun vlucht braken Borman en Lovell ook het persoonlijk ruimtevaartrecord van Cooper (225 uur, 16 minuten). Maar op 18 december was ook voor hen het moment gekomen om terug te keren naar de aarde. Zo nauwkeurig voerden zijn hun — rechtstreeks door de Amerikaanse en Europese televisie uitgezonden en door miljoenen gevolgde — landing uit, dat zij op slechts negentien kilometer van de „Wasp" in de Atlantische Oceaan neerkwamen; de klok wees op dat moment 14.05 GMT. Zes minuten later waren er vliegtuigen en helicopters bij hen. Zij klommen in een rubberboot en van daaruit werden zij even later door een helicopter aan boord genomen en overgebracht naar de „Wasp", die op 900 kilometer afstand van Bermuda op hen lag te wachten.

Borman en Lovell waren twee weken in de ruimte gebleven. Zij hadden 206 omwentelingen om de aarde gemaakt en daarbij 9.195.000 kilometer afgelegd. Hun totale tijd in de ruimte was 330 uur, 35 minuten.

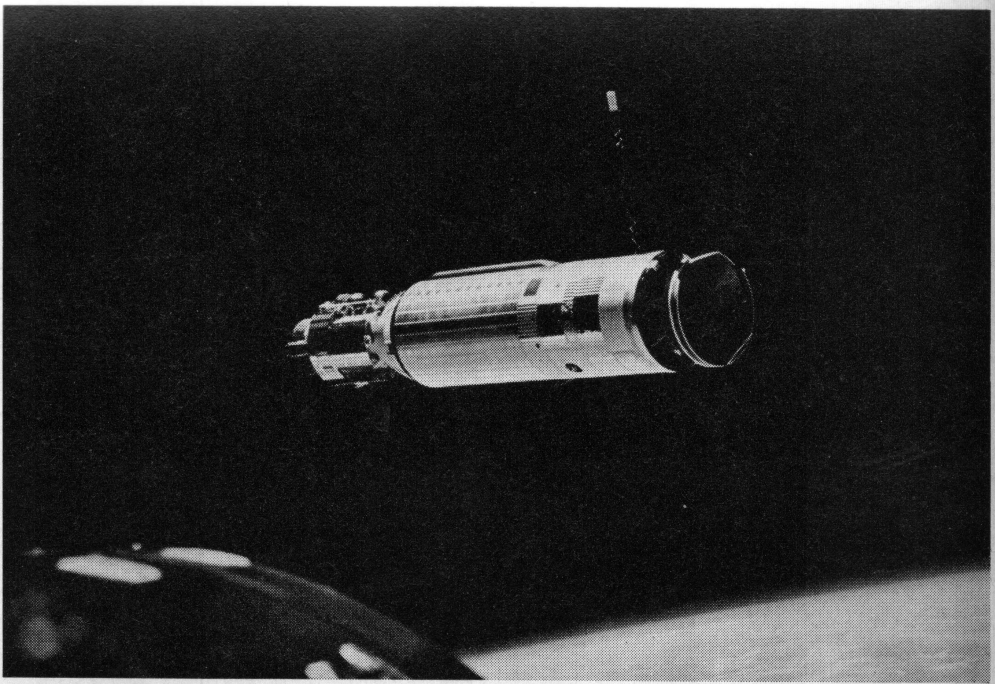
GEMINI GT-8

Lanceerdatum : 16 maart 1966
Bemanning : Neil A. Armstrong, David R. Scott
Baan : apogeum 270 km, perigeum 160 km. Later cirkelbaan op 270 km
Opdracht : enteren van Agena satelliet.

Op 16 maart 1966 begon de ruimtevlucht van Gemini GT-8 die volgens plan 71 uur zou duren, maar elf uur later lag de capsule al bij Okinawa in de Stille Oceaan en werd de bemanning door de torpedobootjager „Mason" aan boord genomen. Wat was er gebeurd? Gemini GT-8 had om 16.41 GMT zijn lanceerplatform op Kaap Kennedy verlaten en was keurig in een ellipsvormige baan gekomen die later door de bemanning werd veranderd in een cirkelbaan. Tijdens de vijfde omwenteling was de Gemini de eerder door een Atlasraket gelanceerde Agena (lancering om 15.00 GMT) tot op 270 kilometer genaderd en werd de naderingprocedure begonnen. Op een afstand van 120 kilometer werd radarcontact met de Agena gemaakt en om 23.15 GMT waren de Gemini en de Agena stevig aan elkaar gekoppeld. Voor het eerst in de historie van de ruimtevaart waren twee ruimtevaartuigen in volle vlucht met elkaar verbonden. Dit historische feit had plaats terwijl beiden zich ergens boven de kust van Brazilië bevonden. Armstrong bewoog de combinatie even om alle assen om te controleren of de verbinding stevig vast zat. Tot zover ging alles goed.
Maar veertig minuten later begon de narigheid. De Gemini-Agena combinatie begon opeens te stampen en te slingeren en deze oncontroleerbare bewegingen namen snel in hevigheid toe. Nog zes en twintig minuten hielden de ruimtevaarders de op en neer zwaaiende combinatie aan elkaar. Toen kregen zij vanuit het controlecentrum op de grond opdracht om de Agena los te koppelen en zich gereed te maken om meteen naar de aarde terug te keren. Dat gebeurde en tijdens de zevende omloop zetten zij de remraketten in werking. Om 0.23 GMT landde de capsule op ca 900 kilometer ten zuidoosten van Okinawa in de Stille Oceaan. Vrijwel direct was er een viermotorige Douglas C-54 boven de in het water dobberende Gemini GT-8. Een aantal kikvorsmannen sprong eruit om na te gaan of de capsule goed in het water lag en of de astronauten niets mankeerden. Later werden zowel de capsule als de beide ruimtevaarders aan boord van de „Mason" genomen.
Een nader onderzoek van de over het verloop van de vlucht vastgelegde gegevens bracht aan het licht dat kortsluiting in het elektronisch systeem een van de kleine stuurraketten tot ontsteking had



Een dubbelopname van de lanceerbasis Kaap Kennedy toont de start van Gemini GT-8 met er achter de lancering van de Agena-8.



Gemini GT-8 nadert de Agena-8 voor het uitvoeren van de eerste geslaagde entering. Rechts onderaan de aarde.

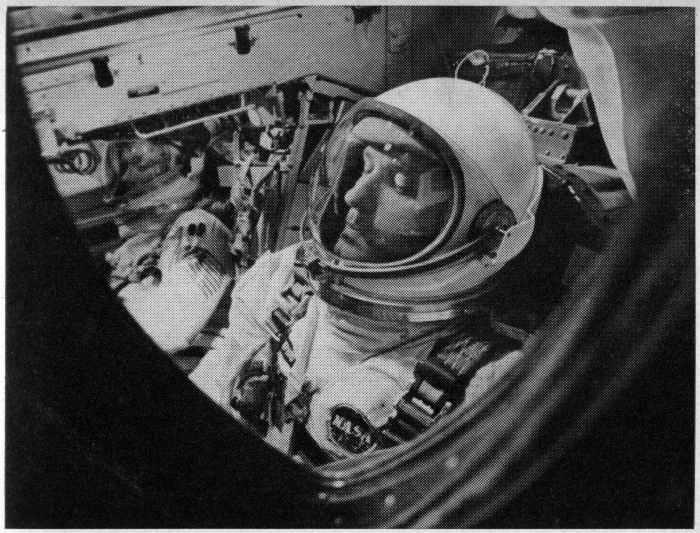
gebracht waardoor de gehele raketcombinatie onbestuurbaar werd. Door deze storing moest de vlucht ontijdig worden afgebroken en konden verdere entermanoeuvres, alsmede de voorgenomen ruimtewandeling van Scott, helaas niet doorgaan.
Het slot van de ruimtereis van Gemini GT-8 vond plaats op 17 maart. De toen nog altijd in de ruimte cirkelende Agena satelliet werd toen door commando's van de aarde in een cirkelbaan gebracht op vierhonderd kilometer hoogte, in afwachting van zijn gebruik voor verdere experimenten.

GEMINI GT-9

Lanceerdatum : 3 juni 1966
Bemanning : Thomas P. Stafford, Eugene A. Cernan
Baan : apogeum 277 km, perigeum 160 km
Opdracht : rendez-vous met Agena satelliet en verblijf buiten de capsule.

Gemini GT-9 zou zijn ruimtereis aanvaarden op 17 mei 1966 met opnieuw als taak om in de ruimte contact te maken met een daar rondcirkelende Agena satelliet. Deze werd ongeveer anderhalf uur vóór de Gemini GT-9 gelanceerd. Maar de Agena wilde na de start niet van de Atlasraket loskomen en acht minuten na de lancering viel de combinatie in de Atlantische Oceaan.
Daarom werd op 1 juni een nieuw doel voor de Gemini GT-9 gelanceerd: de ATDA (Augmented Target Docking Adaptor), gebouwd door McDonnell, die door een Atlasraket in zijn baan werd gebracht. Gemini GT-9 zou kort daarop volgen maar een storing in de computer veroorzaakte 48 uur uitstel. Op 3 juni ging de Titan 2 met de Gemini GT-9 tenslotte van zijn lanceerplaats op Kaap Kennedy omhoog en kwam vrijwel precies in de berekende ellipsbaan. Tijdens de derde omloopbaan werd een poging ondernomen om de ATDA te naderen en eventueel te enteren. Maar toen de Gemini GT-9 de ATDA tot op dertig meter genaderd was zagen de astronauten dat het hitteschild niet helemaal los van de satelliet was gegaan en er nog half aan hing. De enterpoging moest daarom helaas worden opgegeven.
Op 5 juni verliet Cernan de capsule waaraan hij met een zeven meter lange lijn bleef bevestigd, maar hij slaagde er niet in om de Astronaut Manoeuvring Unit (AMU) op zijn plaats aan te brengen. Cernan bleef in totaal twee uur en vijf minuten buiten de capsule, maar bij het uitvoeren van zijn opdrachten zette zich veel condensvocht af op het vizier van zijn ruimtehelm en dat vocht bevroor als hij zich in de schaduw van de aarde bevond.

Stafford in de Gemini GT-9 capsule, kort voor de start.

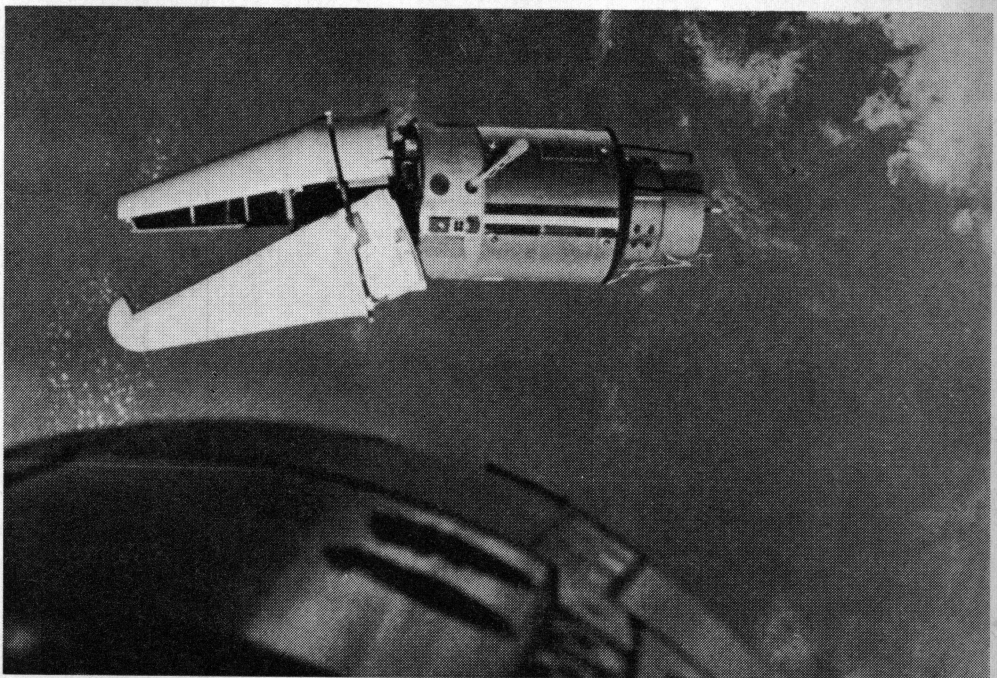


Gemini GT-9 bleef maar drie dagen onderweg. 72 uur en 21 minuten na de lancering kwam hij op 6½ kilometer afstand van het vliegdekschip „Wasp" in de Atlantische Oceaan terecht.

GEMINI GT-10

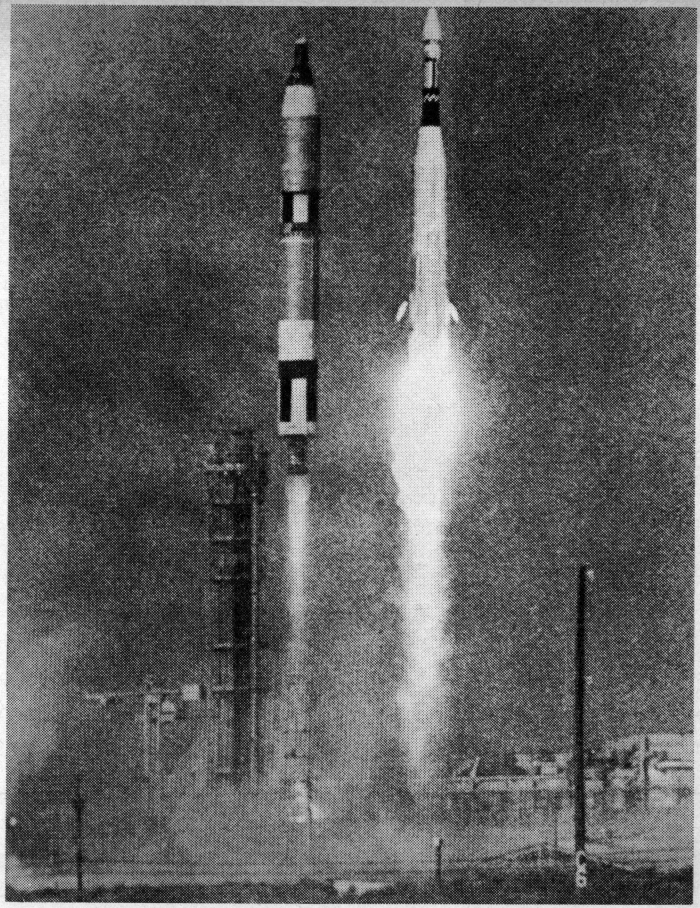
Lanceerdatum :	18 juli 1966
Bemanning :	John Young, Michael Collins
Baan :	apogeum 270 km, perigeum 160 km. Na de derde omloop cirkelbaan van 270 km.
Opdracht :	rendez-vous met Agena-10 en Agena-8.

De tiende vlucht van het Gemini-project — de achtste bemande — begon op 18 juli 1966 om 20.39 GMT met de lancering van een onbemande satelliet, de Agena-10. Deze zou moeten dienen als doel voor een ontmoeting in de ruimte en een Atlasraket bracht hem op ca. 310 kilometer hoogte in een perfekte, bijna cirkelvormige baan. Precies 101 minuten later startte de Titan 2 raket met de Gemini

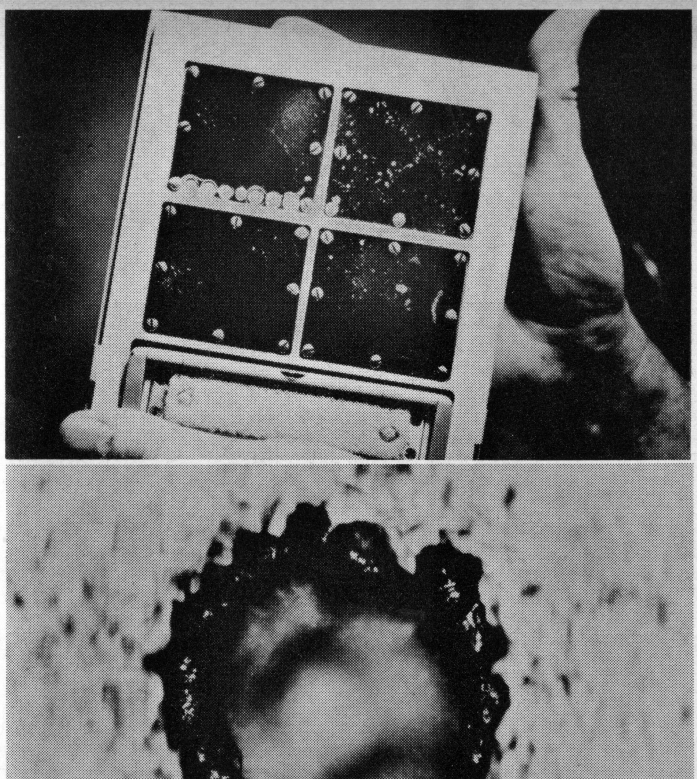


Zo zag de bemanning van de Gemini GT-9 de ATDA met het niet verwijderde hitteschild, die hen deed denken aan een „nijdige krokodil".

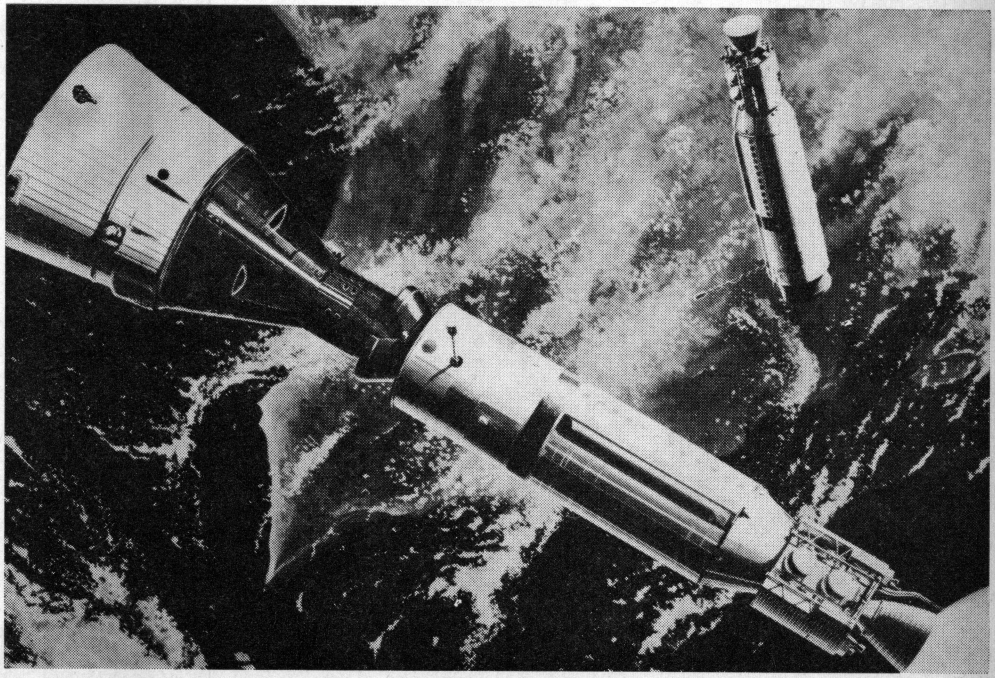
Cernan en Stafford in hun capsule na de landing, wachtend op de naderende helicopters van de Wasp.



Op één enkele foto opgenomen de lancering van de Agena-10 (rechts) en de Gemini GT-10 (links) op 15 juli 1966.



Het pakketje met plaatjes voor het meten van inslagen van micrometeorieten dat door Michael Collins van Gemini GT-10 werd verwijderd van de Agena-8. Onderaan een vergroting van een door een micrometeoriet geslagen gaatje; in werkelijkheid heeft het slechts een diameter van nog geen millimeter.



Gemini GT-10, voortgestuwd door de eraan gekoppelde Agena-10 komt op recordhoogte en ontmoet daar de Agena-8.

GT-10, bemand door John Young en Michael Collins, op weg naar zijn baan om de aarde. Deze lancering was een precisie-operatie want om de Gemini in een geschikte positie te brengen voor een ontmoeting met de Agena-10 had men maar een speling van veertig seconden. Slaagde de lancering niet binnen deze tijdsmarge dan zou zij twee dagen moeten worden uitgesteld. Maar dat was niet nodig want precies op tijd ging de Gemini-Titan combinatie omhoog en kwam de capsule vrijwel precies in de berekende baan.
Tijdens de derde omloop begonnen Young en Collins aan hun entermanoeuvres. Al op vrij grote afstand kregen zij de Agena 10 in zicht en om 03.00 GMT op 19 juni was de ontmoeting tot stand gebracht. Veertig minuten lang cirkelden de twee ruimtesatellieten toen in formatie verder, daarna begonnen zij aan de eigenlijke entermanoeuvre en om 05.15 GMT waren Gemini en Agena gekoppeld. Alleen had het manoeuvreren met de Gemini toen heel wat meer brandstof gekost dan men gedacht had; van de totale voorraad van 465 kg was n.l. nog maar 170 kg over in plaats van de berekende 350 kg.
Toen de Gemini-Agena combinatie eenmaal hecht met elkaar was verbonden werd een volgende manoeuvre uitgevoerd. Young startte de motor van de Agena en bracht hiermee vervolgens de combinatie in een nieuwe baan, met als hoogste punt 764 kilometer van de aarde en als dichtstbijzijnde punt 295 kilometer. Hiermee kwam de Gemini GT-10 verder van de aarde dan ooit een bemand ruimtevaartuig was geweest! Ergens op deze hoogte cirkelde sinds maart een tweede Agena rond, de Agena-8, die daar na de vlucht van Gemini GT-8 in een z.g. parkeerbaan was achtergebleven. Nu zou Gemini GT-10 eens gaan kijken hoe het met deze Agena gesteld was. De beide astronauten namen op een gegeven moment een lichtend voorwerp waar en zij veronderstelden dat dit de Agena-8 moest zijn, hoewel die toen volgens de berekeningen die op aarde werden gemaakt op 2.250 kilometer afstand van hen was.
Maar voordat de astronauten zich verder met de Agena-8 gingen bemoeien stond er eerst nog iets anders op het programma. Tijdens de elfde omloopbaan van Gemini GT-10 opende Collins het luik boven zijn zitplaats en werkte hij zich gedeeltelijk naar buiten. Staande op zijn stoel en met een nylonkoord met de capsule verbonden hanteerde hij een camera en schoot hij plaatjes van een aantal hemellichamen, iets dat niet zo gemakkelijk was als het leek omdat hij alleen maar de helderste sterren duidelijk kon zien. Verder maakte Collins met poeder wat gekleurde vlekken in de ruimte, waarvan hij daarna foto's maakte. Die foto's moesten dienen als vergelijkingsmateriaal bij het beoordelen van in de ruimte gemaakte

kleurenfoto's. Daarna maakte Collins een pakketje met dunne plaatjes, waarmee de inslag van micrometeorieten op de capsule kon worden gemeten, los van de capsulewand om het binnen op te bergen. Na 45 minuten moest hij nog geheel onverwacht zijn werkzaamheden afbreken omdat zich plotseling bijtende dampen ontwikkelden binnen de helmen van de beide astronauten, waarschijnlijk afkomstig van chemicaliën in het koolzuurafvoersysteem. Nadat de cabinedruk hersteld was en zij hun helmen hadden afgezet en hun ogen ingedruppeld was het euvel snel verholpen.
Op dat ogenblik kregen Young en Collins van de aarde het advies om liever niet te kijken naar de Franse kernproef die nu ieder ogenblik in de Stille Oceaan kon plaats vinden. De felle lichtflits zou hen wellicht kunnen verblinden. Maar de waarschuwing was niet nodig want toen de bom ontplofte zat de capsule ergens bij Madagascar. De astronauten hadden geregeld last van de schittering van het zonlicht, waardoor zij de Agena-8, die zij nog steeds in het oog hadden, soms niet meer zagen. Door op zo'n moment even de Gemini-capsule af te remmen kregen zij dan hun doel weer in zicht. Het was intussen 20 juli geworden. Om 19.03 GMT op hun derde ruimtedag maakte Young de Agena-10 los van de Gemini GT-10 waarmee hij op dat moment 39 uur en 40 minuten gekoppeld was geweest. Agena-8 was nu op ca. 250 km afstand van de GT-10 en ca. tien kilometer lager dan deze. Door enige manoeuvres wist Young de GT-10 op acht kilometer achter de Agena te krijgen en om 22.00 GMT vlogen op 400 kilometer hoogte Gemini-10 en Agena-8 in formatie. Voor het eerst waren op één enkele vlucht ontmoetingen tot stand gebracht met twee verschillende satellieten! Collins maakte zich intussen gereed voor zijn volgende opdracht. Hij ging om 23.04 GMT uit de capsule naar buiten met het voornemen om daar 55 minuten te blijven. Een vijftien meter lang koord hield hem met de capsule verbonden. Eerst maakte hij een lijn vast aan de stikstoftanks achter aan de capsule; daarna probeerde hij om met de hulp van de manoeuvreerapparatuur, die hij op zijn rug had bevestigd, de Agena-8 te bereiken, iets waarin hij pas bij de derde poging slaagde. Ook hier verwijderde hij een pakketje met plaatjes die meteorieteninslagen geregistreerd hadden en hij zou nog meer gedaan hebben als hij niet na 27 minuten had moeten terugkeren omdat de Gemini bij zijn stabilisatiemanoeuvres teveel brandstof gebruikte. Ook liet hij tijdens zijn manipulaties in de ruimte een camera uit zijn handen glippen die meteen zover wegzweefde dat hij hem niet meer terug kon halen.
Op 21 juli brak het moment van de terugkeer naar de aarde aan. Om 00.45 GMT werd nog eenmaal een van de luiken van de capsule

Astronaut John Young wordt na de vlucht van Gemini GT-10 aan boord van een helicopter gehesen.

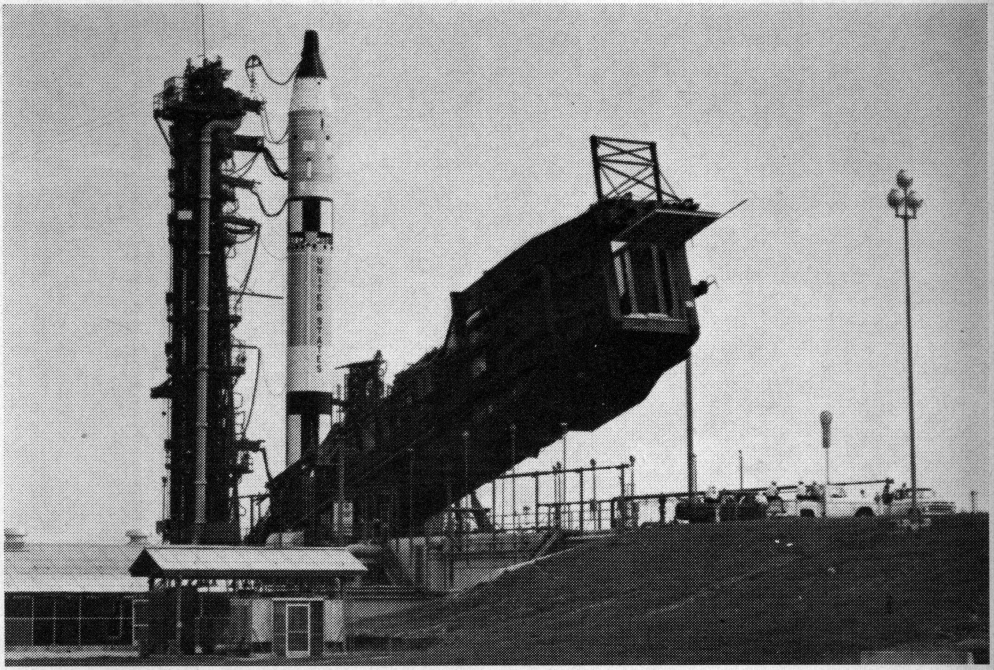
Young en Collins aan boord van het helicopter-dekschip Guadalcanal na hun terugkeer op aarde.

geopend om allerlei afval overboord te gooien; daarna bleef de GT-10 nog tot 21.07 GMT doordraaien. Toen, terwijl de Gemini GT-10 op 370 km hoogte met een snelheid van 28.000 km/u om de aarde cirkelde, werden de remraketten in werking gebracht en begon de afdalingsmanoeuvre. Op 850 km ten oosten van Florida, niet meer dan vier kilometer van het berekende punt, en acht kilometer van het helicopterschip „Guadalcanal", kwam de Gemini GT-10 in het water van de Atlantische Oceaan terecht, precies 72 uur en 28 minuten na de start van Kaap Kennedy.

GEMINI GT-11

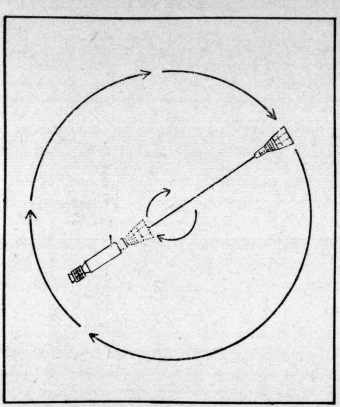
Lanceerdatum : 12 september 1966
Bemanning : Charles Conrad, Richard Gordon
Baan : apogeum 280 km, perigeum 160 km
Opdracht : rendez-vous met Agena-11 en activiteiten buiten de capsule.

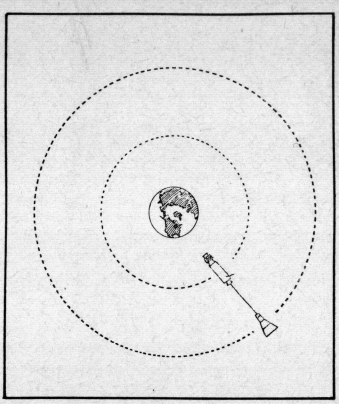
De twaalfde september 1966 bracht voor de elfde maal grote activiteit op Kaap Kennedy voor de lancering van een Titan-raket die een Gemini-capsule in een baan om de aarde moest brengen. Maar eerst ging om 01.05 GMT in de namiddag de Agena-11 de ruimte in, door een Atlasraket feilloos op een hoogte van 300 kilometer in een cirkelbaan gebracht. Precies 97 minuten later ging de Titan 2 raket met de Gemini GT-11 op weg en deze zette meteen de jacht op de Agena-11 in. Vier en tachtig minuten later, toen de Gemini Hawaii naderde, haalde hij de Agena in en nog voordat hij zijn eerste omloopbaan had voltooid had hij de Agena geënterd. In de loop van die eerste dag in de ruimte werd de Agena verscheidene malen losgekoppeld en weer vastgemaakt.
De tweede ruimtedag werd onder meer besteed aan een korte z.g. ruimtewandeling. Gordon werkte zich door het luik boven zijn zitplaats naar buiten terwijl hij met een negen meter lang koord met de capsule verbonden bleef. Hij verwijderde een proefpakketje van de buitenwand van de Gemini, monteerde een filmcamera aan een haak achter het luik boven zijn stoel en maakte in de Agena een dertig meter lang verbindingskoord los dat hij daarna aan de Gemini bevestigde. Maar daarna kreeg Gordon moeite met zijn ademhaling die steeds zwaarder ging terwijl zijn hartslag snel opliep tot 162 per minuut. Bovendien zette zich steeds meer vocht af op de binnenkant van het vizier van zijn ruimtehelm zodat hij bijna niets meer kon zien. Hij moest dus terug naar de capsule en vier en veertig minuten na het begin van zijn „uitstapje" zat hij



Een uur voor de lancering van Gemini GT-11 wordt het vele verdiepingen tellende werkstellage verwijderd.

Twee schetsen die in beeld brengen hoe de twee gekoppelde ruimtevaartuigen om elkaar en om de aarde wentelden.

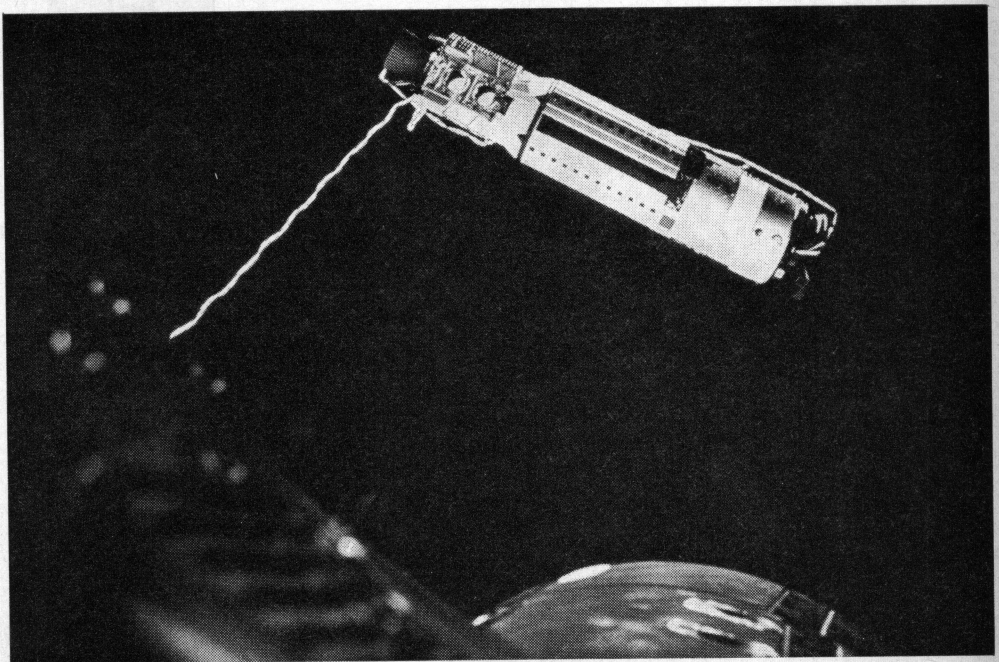




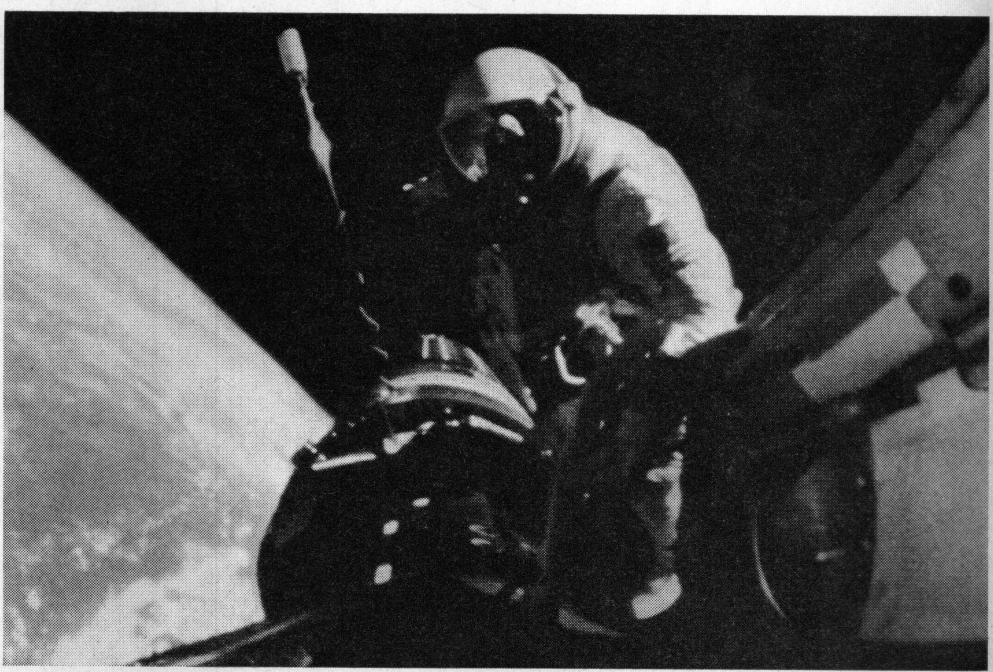
weer op zijn plaats, terwijl hij van plan was geweest om 107 minuten weg te blijven. Hij had onder meer nog enkele experimenten willen uitvoeren met speciaal voor de ruimtevaart ontworpen gereedschappen, waarmee hij een aantal bouten zou los- en weer vastdraaien. Ook had hij nog een klein handbediend stuurapparaat willen beproeven, maar ook dat is er niet van gekomen.

Na hun tweede nacht in de ruimte, toen de Gemini GT-11 aan zijn 26ste omwenteling bezig was, werd de 7.200 kg stuwkracht producerende motor van de Agena in werking gebracht die de combinatie opstuwde tot een recordhoogte van 1.360 kilometer. De manoeuvre begon boven de Canarische Eilanden en het hoogste punt werd 55 minuten later bereikt toen de GT-11 zich boven Australië bevond. De bemanning rapporteerde dat zij op dat moment bijna het hele zuidelijk halfrond onder zich zag liggen. Tijdens de 28ste omwenteling werd de Gemini-Agena combinatie afgeremd en keerde hij terug in een cirkelbaan op ongeveer 300 kilometer hoogte.

Tijdens de 29ste en 30ste omwenteling opende Gordon opnieuw zijn cabineluik en staande op zijn stoel was hij twee uur lang in actie met het maken van foto- en filmopnamen, terwijl hij met een korte kabel met de capsule verbonden bleef. Na nog twee omwentelingen werd de Agena van de Gemini losgekoppeld en door de Gemini wat af te remmen werd de dertig meter lange lijn tussen



De Agena-11 kort nadat de verbindingslijn die hem met de Gemini GT-11 verbonden hield, door de bemanning werd losgegooid.



Astronaut Richard Gordon van Gemini GT-11 tijdens zijn activiteiten buiten de capsule.

De astronauten Richard Gordon en Charles Conrad van Gemini GT-11 na hun terugkeer.

Gemini en Agena strak gespannen. De bedoeling was dat beide ruimtevaartuigen, door deze lijn losjes met elkaar verbonden, lange tijd vlak bij elkaar door de ruimte zouden blijven voortzweven. Maar in plaats daarvan werd een andere manoeuvre uitgevoerd; door een kleine stuurbeweging aan de Gemini GT-11 te geven werd de door de lijn verbonden combinatie aan het draaien gebracht en wentelde hij als een reuzen-molenwiek langzaam rond met het midden van de lijn als draaias. Bij deze manoeuvre, die tevens voor een zekere vorm van kunstmatige zwaartekracht zorgde, bleek er belangrijk minder stuwstof nodig te zijn voor het uitvoeren van baancorrecties dan bij gewoon rechtuit vliegen. Tijdens deze wentelende gang om de aarde slaagden Conrad en Gordon erin om een onbekende satelliet, die zij de vorige dag al hadden waargenomen, te identificeren als de Russische Proton 3, een zware wetenschappelijke satelliet.

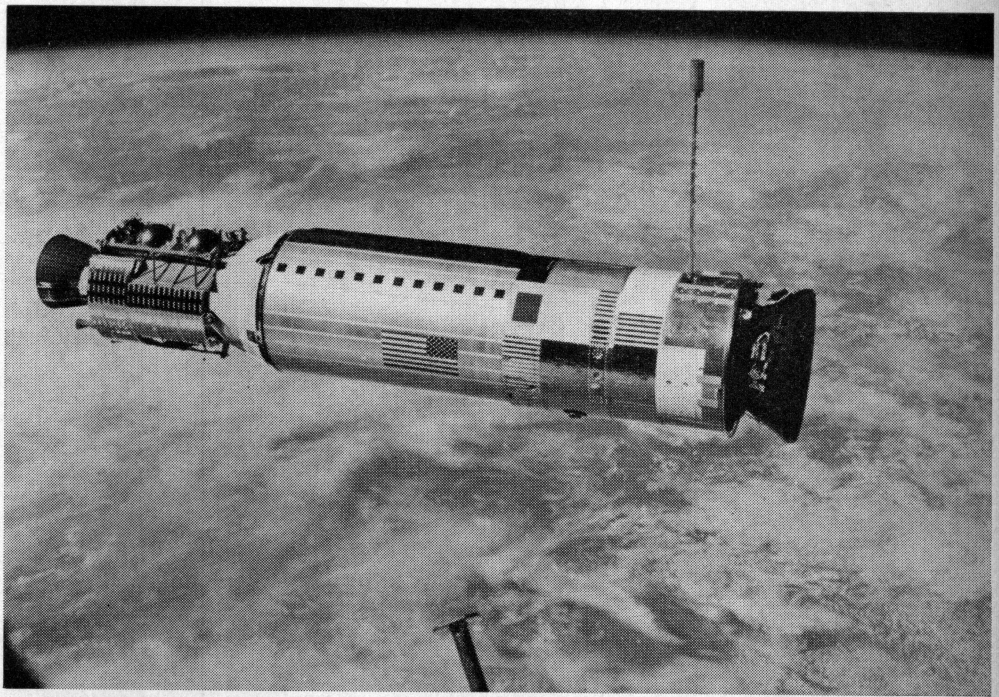
Tijdens de 33ste omwenteling werd de lijn tussen Gemini en Agena losgegooid, waarna de Gemini in een lagere baan overging. Omdat

er nog ruim voldoende stuwstof over was, besloten Conrad en Gordon op de laatste dag van hun vlucht, 15 september, nog eenmaal de jacht op de Agena te openen, en met succes, want binnen het verloop van één omwenteling hadden zij hem weer achterhaald. Inmiddels naderde echter het tijdstip voor de terugkeer naar de aarde en toen de Gemini GT-11 om 01.24 GMT aan zijn 44ste omwenteling bezig was werden de remraketten in werking gezet voor de landing. Die landing was ditmaal iets bijzonders omdat de hele landingsmanoeuvre automatisch werd geregeld door een aan boord van de Gemini GT-11 aanwezige kleine computer, die de capsule precies in de goede baan omlaag stuurde. Tenslotte kwam hij op 1.160 kilometer zuidoost van Kaap Kennedy in de Atlantische Oceaan terecht, nog geen anderhalve kilometer van het bergingsschip „Guam"; de nauwkeurigste landing tot nu toe. Conrad en Gordon stapten uit hun capsule over in een rubberboot en wachten daarin tot helicopters van de „Guam" zowel hen als de capsule ophaalden en naar het schip brachten.

GEMINI GT-12

Lanceerdatum :	11 november 1966.
Bemanning :	James A. Lovell, Edwin A. Aldrin.
Baan :	apogeum 281 km, perigeum 161 km.
Opdracht :	enteren van de Agena-12 en werkzaamheden buiten de capsule.

De twaalfde en tevens laatste vlucht in het kader van het Geminiprogramma zou gemaakt worden op 9 november 1966, maar een storing in het geleidingssysteem van de Titan 2 maakte het noodzakelijk om de lancering eerst 24 uur en daarna nog eens 24 uur uit te stellen. Het werd dus 11 november en nadat om 19.08 GMT eerst de Agena-12 door een Atlasraket in een bijna cirkelvormige baan (295 x 301 km) was gebracht ging om 20.46 GMT de Titan 2 met de Gemini GT-12 omhoog. Bij de lancering had men een speling van niet meer dan 33 seconden, maar de raket kwam keurig binnen die tijd van zijn lanceerplatform los.
De Agena moest tijdens de derde omwenteling worden geënterd en inderdaad kregen Lovell en Aldrin hem toen boven de Indische Oceaan in zicht. Op dat moment viel de radioverbinding met de grond even uit zodat de toestemming om de twee ruimtevaartuigen te koppelen wat later kwam. Ook viel de rendez-vous radar gedeeltelijk uit en daarom werden de nadering van de Agena en het koppelen visueel uitgevoerd, negentien minuten later dan oorspronkelijk geraamd was. Daarna werd verscheidene malen ontkoppeld



Gemini GT-12 is de Agena-12 zeer dicht genaderd. De staaf achter op de Agena is een antenne.

en weer vastgemaakt maar een storing in de turbine van de brandstofpomp voor de hoofdmotor maakte het volgende experiment, het opstuwen van de twee gekoppelde ruimtevaartuigen naar een hoogte van 740 kilometer, onmogelijk. Daardoor kregen de ruimtevaarders echter tijd om ter hoogte van de Galapagos-eilanden foto- en filmopnamen te maken van een zonsverduistering.
Op 12 november om 16.16 GMT maakte Aldrin voor het eerst het luik boven zijn zitplaats open. Zijn eerste werk was om, staande op zijn stoel, een uitschuifbare handrail aan te brengen van de Gemini naar de Agena. Ook maakte hij een hele serie foto's en nam hij een stuk film op. Met dit alles was hij twee uur en 28 minuten bezig. De volgende dag werden de astronauten al vroeg van de grond af gewekt omdat een van de zes cellen van de twee brandstofbatterijen niet goed werkte. Ook vielen later op die dag twee stuwraketjes uit.
Om 15.30 GMT op diezelfde dag ging Aldrin naar buiten om een dertig meter lang koord uit de Agena te halen en dat aan de Gemini te bevestigen. Daarna voerde hij diverse werkzaamheden uit om na te gaan of iemand in de ruimte goed „sleutelen" kan. Gezeten op een werkplatform van 75 centimeter in het vierkant, dat achter aan de Agena was bevestigd, maakte hij elektrische draden en buizen aan elkaar, haakte hij ringen aan haken, en draaide hij een aantal moeren los en weer vast. Eenmaal liet hij daarbij een moer „vallen" maar hij kon die weer grijpen toen hij langs zijn helm dreef. Hij maakte ook de ruiten van de capsule schoon, waarbij Lovell vroeg „of hij meteen maar even olie verversen wilde". Aldrin keek ook even naar de twee defecte stuurraketjes en zag dat de straalpijpen ervan gedeeltelijk gescheurd waren. Daarna verwijderde hij van de Gemini een container die o.a. een aantal bacteriën (polio, pokken, griep, e.a.) bevatte, met als doel om na te kunnen gaan of zij in de ruimte kunnen blijven voortleven. Er zit ook een dergelijke container op de Agena maar die zal er pas na enige jaren af worden gehaald. Zijn laatste werk was het losmaken van de handrail die hij daarna wegwierp; door deze manoeuvre kan hij tevens aanspraak maken op de titel: „Hoogste speerwerper ter wereld".
Na al deze twee uur en negen minuten durende werkjes was Aldrin allesbehalve vermoeid, in tegenstelling tot Cernan en Gordon bij de vluchten van GT-9 en GT-11. Hij zweefde echter niet vrij in de ruimte maar gebruikte de handrail en een aantal hand- en voetsteunen op de twee ruimtevaartuigen. Ook had hij voor zijn vlucht geoefend in een watertank-ruimtesimulator.

De Agena-12 door een 30 meter lange lijn verbonden met de Gemini GT-12.

Om 22.00 GMT gingen de astronauten een poging doen om, evenals de GT-11, de Gemini en de Agena aan het door Aldrin bevestigde koord te laten rondwentelen, maar ditmaal slaagde dit experiment niet. Lovell kon de lijn niet strak krijgen en de Gemini slingerde heviq, waarschijnlijk als gevolg van het uitvallen van de twee stuurraketjes. Na vier uur gaf Lovell het op, hij gooide het koord los en verwijderde zich van de Agena.
Voor 14 november stond er een ander experiment op het programma. Vanaf de Franse raketbasis Hammaguir in Algerije werden om 11.30 GMT en om 13.00 GMT twee Centaure-raketten gelanceerd die tussen 90 en 150 kilometer hoogte een gele natriumwolk uitstootten. Aldrin moest proberen deze wolk waar te nemen en te fotograferen. Tegen de achtergrond van het Saharazand was die wolk echter niet te zien, maar op aanwijzingen van de grond af maakte Aldrin toch een aantal foto's. Diezelfde dag om 15.20 GMT opende Aldrin voor de derde maal het luik boven zijn zitplaats, ditmaal om vijftig minuten lang foto's van een aantal sterren te maken. Ook voerde hij met een nauwkeurige sextant een paar positiebepalingen uit. Tot slot werd alle overbodige rommel overboord geworpen.
Op het laatste deel van de vlucht traden er enkele storingen op. De voorraad brandstof raakte uitgeput en de Gemini moest dus zonder stabilisatie de vlucht vervolgen. De druk in de watertank viel weg en ook viel er een tweede brandstofcel uit.
De vlucht eindigde tenslotte met dezelfde nauwkeurigheid als hij was begonnen. Ook nu regelde een computer aan boord van de Gemini de terugkeer naar de aarde, waar hij op 15 november om 19.21 GMT, na 94 uur en 35 minuten sinds de start, op 1.180 kilometer ten zuidoosten van Kaap Kennedy in de oceaan terechtkwam, ca. 5 kilometer van het vliegdekschip „Wasp", waarop het ruimtevaartuig en zijn bemanning 24 minuten later arriveerden.

DE RESULTATEN VAN HET PROJECT GEMINI

Project Gemini is voor de Amerikaanse ruimtevaart bijzonder succesvol verlopen. Natuurlijk zijn er wel wat tegenslagen geweest maar in het algemeen waren die van ondergeschikte aard en hebben geen noemenswaardige invloed gehad op het verloop van het programma. Bovendien heeft men het programma steeds vrijwel zonder vertraging aan de gewijzigde omstandigheden weten aan te passen. Op de bijna duizend ruimte-uren die gemaakt zijn bij de tien bemande Gemini-vluchten heeft men een zeer belangrijke en veelzijdige ervaring opgedaan die dankbaar kan worden benut en toegepast bij de derde en voorlopig laatste stap in het Amerikaanse programma voor de bemande ruimtevaart: het Project Apollo, dat uiteindelijk beoogt om de eerste Amerikanen op de maan te laten landen.
De Amerikanen hebben in het kader van het Project Gemini de moeilijke rendez-vous techniek met succes toegepast, zij hebben ruimtevaartuigen in de ruimte aaneengekoppeld, de eerste formatievlucht van twee bemande ruimtevaartuigen tot stand gebracht, verscheidene astronauten buiten de Gemini-capsule laten werken en een hele serie hoogte- en duurrecords op hun naam gebracht. Ook het veel minder spectaculaire maar zeker even belangrijke zuiver wetenschappelijke werk op deze ruimtevluchten heeft veel interessante en belangrijke gegevens opgeleverd.
Kort samengevat volgen hier nogmaals de belangrijkste resultaten van de diverse bemande Gemini-vluchten:

GT-3 — eerste vlucht met een bemande tweemans Gemini-capsule.
GT-4 — eerste vlucht waarbij een Amerikaans astronaut zich buiten de capsule begaf.
GT-5 — eerste langdurige ruimtevlucht; Russisch duurrecord gebroken.
GT-6 — eerste geslaagde rendez-vous manoeuvre; eerste formatievlucht door twee bemande ruimtecapsules.
GT-7 — als GT-6, tevens langste ruimtevlucht die ooit heeft plaats gevonden door een bemande capsule: twee weken.
GT-8 — eerste geslaagde entermanoeuvre.
GT-9 — voor het eerst vrij langdurig verblijf buiten de capsule (2 uur).
GT-10 — eerste geslaagde rendez-vous poging met twee satellieten.
GT-11 — voor het eerst een geslaagde entering binnen één omloop na de lancering; tevens hoogterecord voor bemande ruimtevaart.
GT-12 — langste verblijf van een astronaut buiten de capsule.

GEMINI-VLUCHTEN IN CIJFERS

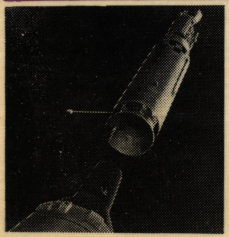
vlucht	bemanning	lanceerdatum	terugkeer	omwente-lingen	aantal uren
GT-1	—	8- 4-1964	12- 4-1964	?	?
GT-2	—	19- 1-1965	19- 1-1965	—	—.19
GT-3	Grissom Young	23- 3-1965	23- 3-1965	3	4.55
GT-4	McDivitt White	3- 6-1965	7- 6-1965	62	97.56
GT-5	Cooper Conrad	21- 8-1965	29- 8-1965	120	190.56
GT-6	Schirra Stafford	15-12-1965	16-12-1965	15	25.51
GT-7	Borman Lovell	4-12-1965	18-12-1965	206	330.35
GT-8	Armstrong Scott	16- 3-1966	16- 3-1966	6	10.42
GT-9	Stafford Cernan	3- 6-1966	6- 6-1966	44	72.21
GT-10	Young Collins	18- 7-1966	21- 7-1966	44	72.28
GT-11	Conrad Gordon	12- 9-1966	15- 9-1966	44	72.—
GT-12	Lovell Aldrin	11-11-1966	15-11-1966	63	94.35

DE ALKENREEKS

BEELD-ENCYCLOPEDIE

B. VAN DER KLAAUW

RUIMTEVAART-PROJECT GEMINI



P. GOVERS

ALLES OVER AUTOSPORT

RACES EN RALLY'S

L. L. VON MÜNCHING

MODERNE KOOPVAARDIJSCHEPEN

I - VLIEGTUIGEN

71 Onze Kon. Luchtmacht
137 Luchtvaart 1967
142 Onze Burgerluchtvaart
111 Nw. Supersonische Vliegt.
132 VTOL-Vliegtuigen
135 Stuntteams
117 Vliegsport/Luchttoerisme
77 Zweefvliegen II
80 Luchtschepen en Ballons
143 Ruimtevaart-Project Gemini
97 Ruimtevaart USSR

II - VOERTUIGEN

122-126 Alle Auto's 1-2-3-4-5
70-120-121 Automerken 1-2-3
127 Alles over Autosport
146 Geschiedenis Autobus
86 Alles over Karting
106 Caravans
138 Geschiedenis Fiets
130 Alles over Wielrennen
128 Toer-, Sportbromfietsen
131 Motoren en Scooters
129 Wegrace en Motocross
79-112 Pantservoertuigen 1-2
72 Trams
42 Locomotieven
81 Snelste treinen van Europa
92 NS - Van Arend tot TT
99 Amerikaanse treinen
133 Metro's
134 Trans Europ Express

III - VAARTUIGEN

34 Geschiedenis Scheepvaart
141 Mod. Koopvaardijschepen
53 Oorlogsschepen I
54 Oorlogsschepen II
114-8 Onze Kon. Marine 1-2-3-4
94 Zeilende Opleidingsschepen
96 Luchtkussen-voertuigen
73 Zeevisserijschepen
109-110 Sleepboten 1-2
136 Sleepb. Bokken Berg. vrt.
144 Zeiljachten
100 Ronde en Platb. schepen
105 Varen met Motorboten
113 Motorboten tot 7 meter

IV - DIVERSEN

3 Calligrafie
10-18 Letters 1-2
59 Galerij der Mode

REGELMATIG NIEUWE TITELS

B. VAN DER KLAAUW

ONZE BURGERLUCHTVAART

HANS KUIPERS

GESCHIEDENIS VAN DE AUTOBUS

ROBBERT DAS – LEX PRANGER

ZEILJACHTEN

Wedstrijdklassen in Nederland